ZENIT 6

8e jaargang/juni 1981
prijs ƒ 5,75/voor België 85 F

In dit nummer ondermeer

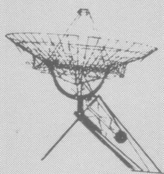
Toekomstplannen ruimteonderzoek

De Zon: opmerkelijke ster
Sterrenkunde in Zweden

populair wetenschappelijk tijdschrift over sterrenkunde | weerkunde | ruimtevaart | ruimteonderzoek



ZENIT



Populair-wetenschappelijk maandblad over sterrenkunde, weerkunde, ruimtevaart, ruimte-onderzoek en aanverwante wetenschappen en technieken.
Verschijnt onder auspiciën van de Stichting De Koepel.
Aan het maandblad werken samen:
de Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrenkunde
de Stichting Volkssterrenwacht Simon Stevin
de Vereniging voor Sterrenkunde, Meteorologie, Geophysica en Aanverwante Wetenschappen in België.

Bureau:
Stichting De Koepel, Nachtegaalstraat 82 bis, Utrecht, tel. 030-311360, postgiro 3064700 t.n.v. Stichting de Koepel, Utrecht.

Redactie:
Govert Schilling, hoofdredacteur; G. W. E. Beekman; J. A. de Rijk; dr. W. de Rop; drs. B. Zwart. Adviseurs: drs. J. A. de Boer en dr. G. P. Können.

Druk:
Samsom-Sijthoff Grafische Bedrijven B.V.

Lay out: Freek Reijmerink.

Abonnementen:
Nederland en België:
ƒ55,50 per jaar, ingaande 1 januari.
Halfjaarlijkse abonnementen, ƒ29,50.
Abonnementen buitenland op aanvraag.
Abonnementen afgesloten in de loop van een jaar zijn geldig tot het einde van dat kalenderjaar. Opzegging van abonnementen uitsluitend schriftelijk vóór 15 november aan het bureau van De Koepel te Utrecht. Bij niet tijdige opzegging wordt het abonnement automatisch voortgezet.
Doordat de edities van juli en augustus worden gekombineerd verschijnen er jaarlijks elf nummers.

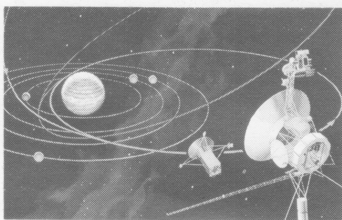
Losse nummers:
ƒ5,75 of 85 Bfr.

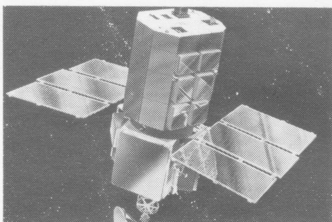
Kopij:
In getypte vorm, met dubbele regelafstand; 60 aanslagen per regel; elk vel papier aan slechts één zijde gebruikt. Kopij Nederlandse auteurs zenden aan: Redactie Zenit, Nachtegaalstraat 82 bis, 3581 AN Utrecht.
Kopij Belgische auteurs zenden aan: Dr. W. de Rop, Ringlaan 3, 1180 Brussel.

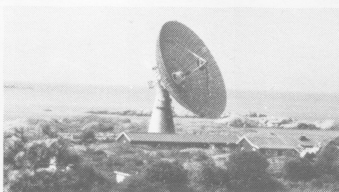
Advertenties:
Intermedia bv postbus 371,
2400 AJ Alphen aan den Rijn
telefoon 01720-6 20 78

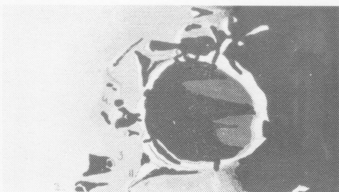
ISSN 0165-0211

INHOUD



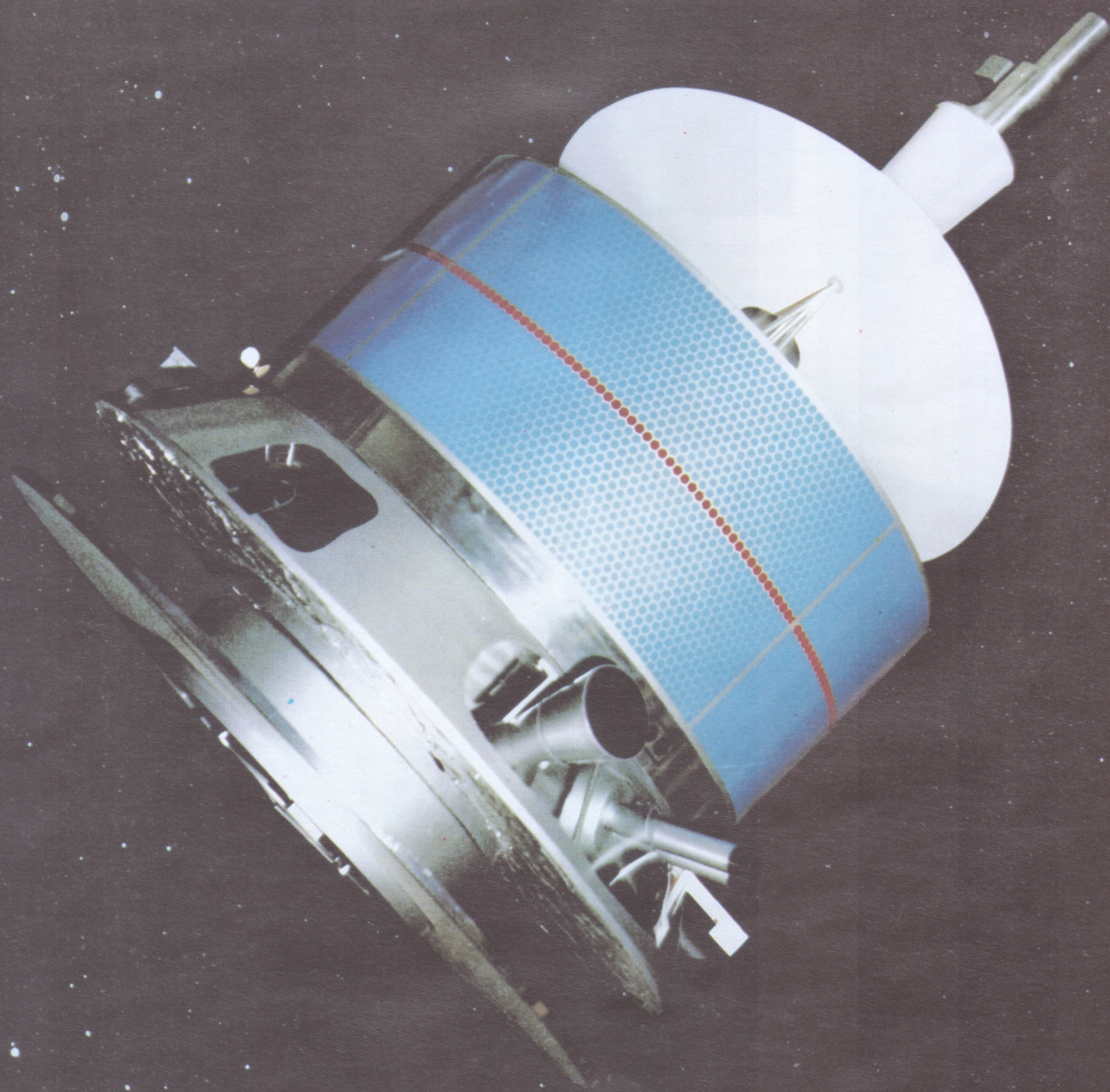






Bij de voorplaat

De verlichte 25,6 m radiotelescoop tijdens de schemering op het Zweedse schiereiland Onsala. Dit instrument werd ontwikkeld door de D. S. Kennedy Company of Cohasset, Massachusetts (USA). Deze radiotelescoop werd onder meer gebruikt door het Scandinavische Telesatelliet Kommittee, voor telesatelliet-experimenten, die later leidden tot de oprichting van het huidige permanente Scandinavische grondstation bij het dorpje Tanum. (Foto: OSO, Råö.)



TOEKOMSTPLANNEN voor ruimte-onderzoek

De afgelopen jaren beleefden astronomen het ene hoogtepunt na het andere met betrekking tot astronomisch onderzoek met behulp van ruimtevaartuigen. In ons zonnestelsel werden de maan en de planeten Mercurius, Venus, Mars, Jupiter en Saturnus letterlijk bezocht of tenminste van dichtbij bekeken. Een groot aantal satellieten, zoals de ANS, Skylab, OSO, OAO, IUE en ISEE, ontsloten nieuwe golflengtegebieden voor de sterrenkundige op aarde. Ook voor de nabije toekomst zijn er weer heel wat plannen, maar toch is duidelijk dat de economische crisis ook in het ruimte-onderzoek voelbaar aanwezig is. Dit artikel geeft een overzicht van de plannen zoals die begin maart 1981 bekend waren.

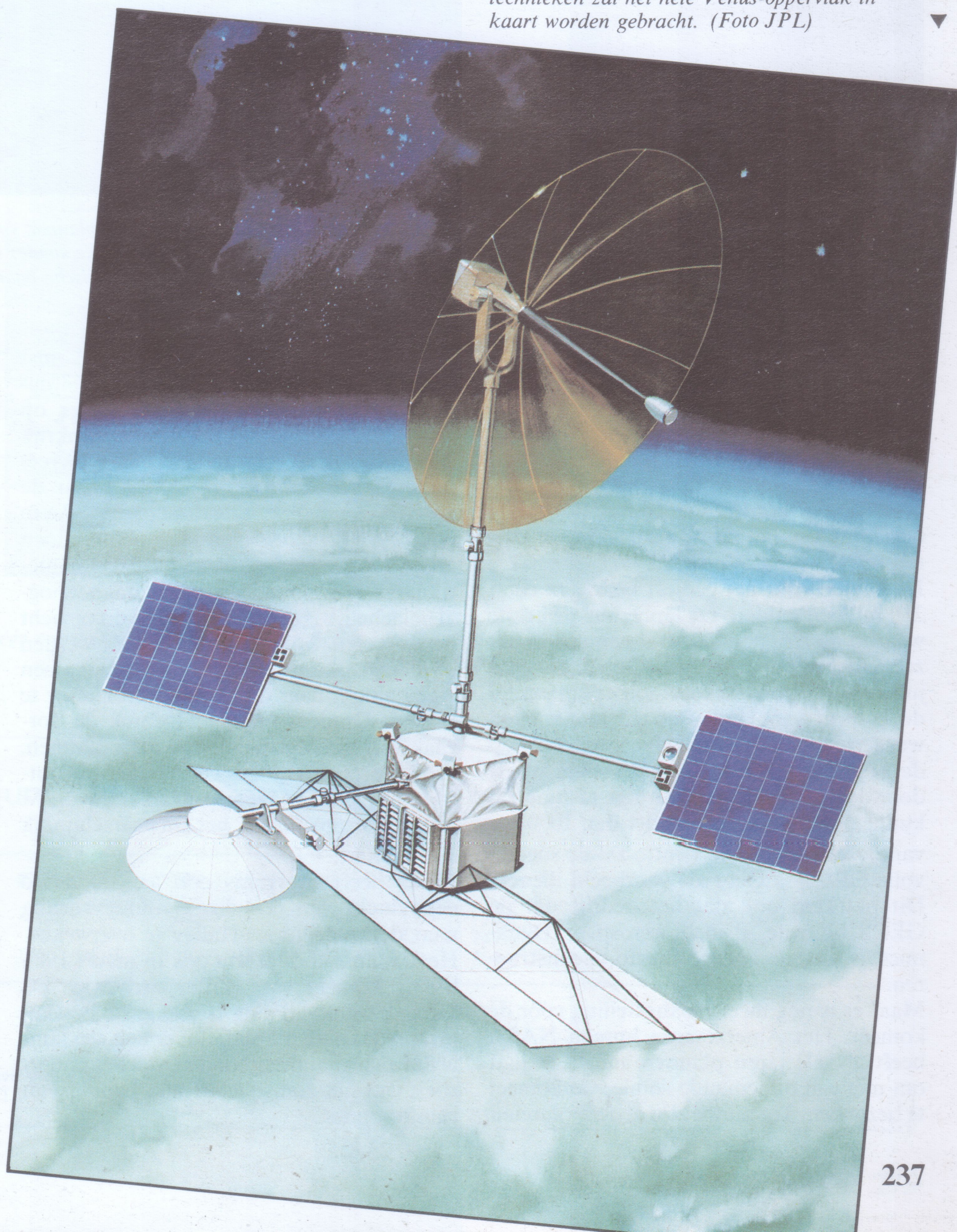
Chriet Titulaer

In die plannen vallen twee zaken op. In de eerste plaats een opvallend grote belangstelling voor de komeet van Halley en in de tweede plaats het feit dat niet langer de Verenigde Staten, maar andere landen de toon gaan aangeven. Verder is er geen enkel concreet plan voor een nieuw spectaculair hoogtepunt zoals bijvoorbeeld het ophalen van bodemmonsters van de planeet Mars met een onbemand ruimtevaartuig. Natuurlijk kunnen er vandaag of morgen nieuwe plannen worden aangekondigd, maar er kunnen ook ieder moment ideeën worden geschrapt.

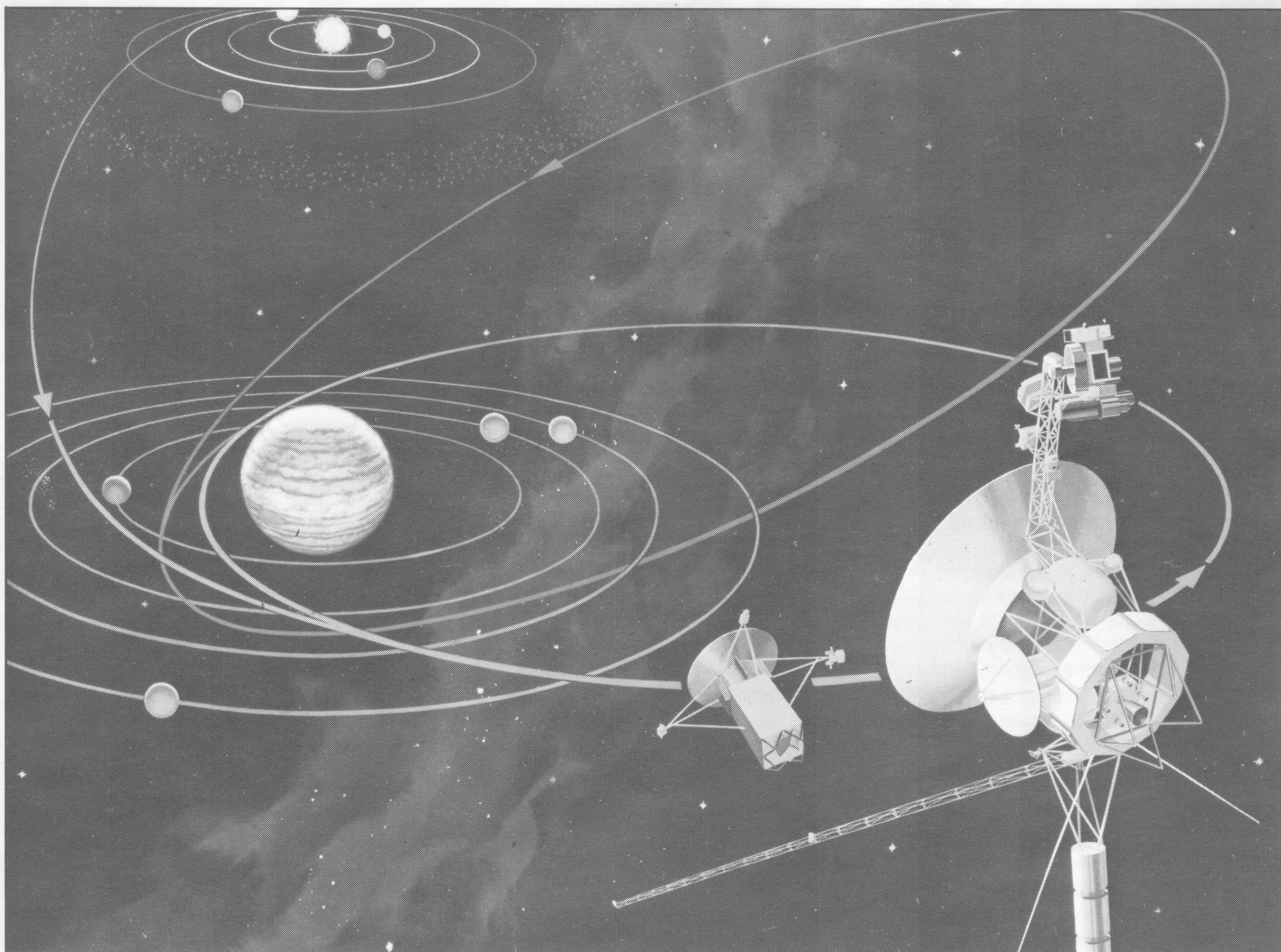
Naar Venus en Halley

Begin februari 1981 werden de plannen voor de Russisch-Franse vluchten naar de planeet Venus en de komeet van Halley opnieuw ingrijpend gewijzigd. Aanvankelijk was er sprake van twee vluchten, die uitsluitend naar de planeet Venus zouden voeren. In de Venusatmosfeer zouden grote ballonnen met een pakket meetinstrumenten worden losgelaten. In 1980 besloten de Russen eenzijdig om met dezelfde sondes ook langs de komeet van Halley te vliegen. Voor de grote ballonnen zou er dan geen ruimte meer zijn, maar de Fransen mochten als compensatie een aantal ballonnen van twee meter meegeven, die op 40 km hoogte boven Venus losgelaten zouden worden. De technische realisatie van die kleine ballonnen bleek twijfelachtig en daarom werden de plannen opnieuw bijgeschaafd. Volgens de laatste visie op de plannen zullen er in de periode december 1984/januari 1985 met een tussentijd van enkele dagen twee lanceringen plaatsvinden. Bij beide lanceringen wordt een dubbelsonde in de ruimte gebracht. De dubbelsondes wegen elk vier ton; de helft van dat gewicht is voor het Venus-deel en de andere helft voor het deel dat naar de komeet van Halley gaat. Voordat de sondes bij Venus arriveren wordt het Halley-deel afgesplitst. Het deel dat naar Venus gaat zal in beide gevallen in juni 1985 op het oppervlak van Venus landen. In beide Venuslanders zitten zowel Russische als Franse experimenten. De twee sondes die doorvliegen naar de komeet van Halley wegen elk twee ton en bevatten een instrumentenpakket van 130 kg. De aankomst bij de komeet van Halley is gepland op 8 en 12 maart 1986. Dat is respectievelijk vijf dagen en één dag voor de Europese Giotto daar arriveert. In het instrumentenpakket van de Venus-Halley-sondes zit onder meer een televisiecamera. De eerste Russisch-Franse sonde passeert de kern van de komeet van Halley op een afstand van 10 000 km, de tweede op een afstand van 3000 km. Het Franse aandeel in deze vluchten bedraagt ruim 50 miljoen gulden. ▶

Fig. 2. Ontwerp voor de VOIR, de Venus-sonde van de NASA. Met geavanceerde radartechnieken zal het hele Venus-oppervlak in kaart worden gebracht. (Foto JPL) ▼



◀ *Fig. 1. Zo zal de Giotto er uit gaan zien, de Europese Halley-sonde. Het ontwerp is afgeleid van dat van de GEOS-satelliet. (Foto ESTEC).*



▲ *Fig. 3. Op deze tekening is één van de plannen voor een Jupitersonde uitgebeeld: het Voyager-achtige ruimtevaartuig zendt afzonderlijke sondes naar de Jupitermanen. Het Galileoproject zal bestaan uit een orbiter in een sterk elliptische baan en een atmosfeer-sonde. (Foto JPL)*

Drukte bij de komeet

Opmerkelijk is dat Frankrijk ook deelneemt aan het Europese Giotto-project. Giotto is de naam voor het onbemande ruimtevaartuig dat de Europese ruimtevaartorganisatie ESA naar de komeet van Halley stuurt. De beslissing om het Giottoproject uit te voeren werd door ESA in juli 1980 genomen. De kosten voor het project bedragen ruim 250 miljoen gulden. De lancering, de eerste waarbij de Arianeraket voor een reis in het zonnestelsel wordt gebruikt, is gepland voor juli 1985. Volgens de voorlopige plannen zal de komeet van Halley op 13 maart 1986 worden bereikt. Giotto zal vrijwel recht op de kern van de komeet afstevenen, waardoor de passage op zeer geringe afstand zal kunnen plaatsvinden: minder dan 1000 km van de kern. Voor de Giotto zal de succesvolle GEOS-satelliet als voorbeeld dienen. Dit betekent ook dat het bedrijf dat de GEOS bouwde, British Aerospace Dynamics, is uitgenodigd de Giotto te construeren.

Maar er is nog meer belangstelling voor de komeet. Het Amerikaanse bureau NASA heeft al vele jaren plannen aangekondigd om met een onbemande sonde een komeet te bezoeken. Tot nu toe zijn al deze plannen stukgelopen op geldgebrek. Met de komst van Ronald Reagan als president is de situatie er voor NASA niet rooskleuriger op geworden. Nu zowel Rusland en Frankrijk enerzijds als Europa anderzijds concrete plannen hebben voor een vlucht naar de komeet van Halley, is de druk op NASA om ook iets aan kometenonderzoek te doen groot geworden. Algemeen heerst bij Amerikaanse astronomen de indruk dat het nogal belachelijk is dat NASA het in dit opzicht laat afweten. In het begin van 1981 werden er nieuwe plannen gemaakt om alsnog een eigen vlucht naar de komeet van Halley te maken. Opnieuw was geldgebrek de oorzaak van het schrappen van deze plannen. NASA probeert nu nog een aandeel in Giotto te krijgen. De gang van zaken bij ISPM (zie verderop) maakt het onwaarschijnlijk dat dit lukt.

Japan heeft overigens ook aangekondigd een vlucht van een eigen ruimtevaartuig naar de komeet van Halley te overwegen. Het Japanse toestel zou ook in maart 1986 bij de komeet van Halley arriveren. De Japanse aankondiging is van grote betekenis, omdat deze inhoudt dat er nog een land is dat zich gaat bezighouden met het onderzoek van het zonnestelsel met behulp van ruimtesondes.

Venus onder de loep

Nog voor de Russisch-Franse sondes naar Venus en de komeet van Halley vertrekken, wil Rusland twee nieuwe Venussondes lanceren. Voor zover bekend zullen deze sondes, de Venera 13 en 14, in november 1981 worden gelanceerd, om in april 1982 op Venus te landen. De Venera's zullen vermoedelijk, in analogie met de Viking-Marslanders, ter plekke bodemmonsters nemen en analyseren.

NASA bereidt ook een nieuwe vlucht naar Venus voor onder de naam VOIR (Venus Orbiting Imaging Radar). De voorbereidende werkzaamheden aan VOIR worden momenteel afgesloten. In het najaar van 1981 (dat is voor de Verenigde Staten het volgende fiscale jaar) moet het uitvoerend werk starten. Ook de VOIR-plannen worden nog bedreigd door de bezuinigingen die president Reagan heeft aangekondigd. Doel van de VOIR is om vanuit een baan om Venus het oppervlak met een oplossend vermogen van 150 meter in kaart te brengen. De lancering is gepland in de zomer van 1986; de aankomst bij Venus in december van dat jaar. De kosten van het project bedragen ruim 1,2 miljard gulden.



De dreiging van de bezuiniging is werkelijkheid geworden in het ISPM-project. ISPM is een afkorting voor International Solar Polar Mission: een internationale verkenning van de polen van de zon. Om de polen van de zon te kunnen bekijken moeten de ruimtesondes het vlak van de ecliptica verlaten. Dit zou mogelijk worden door twee toestellen (één Amerikaanse en één Europese sonde via de planeet Jupiter naar de zon te laten gaan. Het gravitatieveld van Jupiter wordt dan gebruikt om de toestellen uit het eclipticavlak te trekken en ze als het ware met een geweldige zwaai naar de zon te sturen. Het ISPM-project is door de Amerikanen al enkele keren uitgesteld. In februari 1981 liet NASA aan ESA weten helemaal te moeten afzien van deze plannen, omdat er geen geld voor is. ESA heeft inmiddels 150 miljoen gulden voor ISPM uitgegeven en daarom wordt deze eenzijdige contractbreuk niet klakkeloos geaccepteerd. ESA heeft alle lidstaten gevraagd via diplomatieke kanalen bij Washington te protesteren.

Het is daarom nu onduidelijk of één, twee, of helemaal geen ISPM-toestellen gelanceerd worden. De lancering zou in april 1985 plaats moeten vinden met de Space Shuttle/Centaur-combinatie. Viereneenhalf jaar later zou de zon bereikt kunnen worden.

Galileo bezoekt Jupiter

Dit jaar, in de maand augustus, zal de Amerikaanse Voyager 2 de planeet Saturnus passeren. Het triomfantelijke verhaal van de Voyagers zal in die maand vervolgd worden als opnieuw ongetwijfeld spectaculaire beelden op aarde arriveren. NASA heeft inmiddels geld ontvangen om de Voyager 2 koers te laten zetten naar de planeet Uranus, die in 1986 wordt gepasseerd. Het is mogelijk dat de Voyager 2 daarna nog op korte afstand langs Neptunus zal vliegen, maar zo'n uitbreiding van de vlucht is financieel nog niet goedgekeurd. Vooral de personeelskosten van het vluchtleidingscentrum en de wetenschappelijke teams leggen hier veel gewicht in de schaal.

Het enige concrete nieuwe project voor het onderzoek van de buitenste regionen van het zonnestelsel is Galileo. Het project wordt door NASA samen met Duitsland uitgevoerd. De lanceerdatum van Galileo is al enkele malen naar achteren geschoven. Op 15 januari 1981 maakte NASA-directeur Robert Frosch (die inmiddels is vertrokken bij NASA) bekend dat de lancering niet vóór 1985 zal plaatsvinden. Reden voor de nieuwe vertraging is dat NASA niet het geld heeft om de IUS (Inertial Upper Stage) tijdig te ontwikkelen. De IUS is een extra rakettrap die gebruikt wordt om een hogere baan te bereiken dan de relatief lage Space-Shuttle-baan (500 km boven de aarde). Galileo zou oorspronkelijk met de IUS vanuit de Shuttlebaan in de richting van Jupiter worden gestuurd. Die plannen gaan dus niet door. NASA wil nu in plaats van de IUS een aangepaste versie van de Centaurraket gebruiken om uit de Shuttlebaan te komen.

Overigens wordt ook het hele Galileoproject, ook wel JOP genaamd (voor Jupiter Orbiter Probe), bedreigd door de overheidsbesnoeiingen.

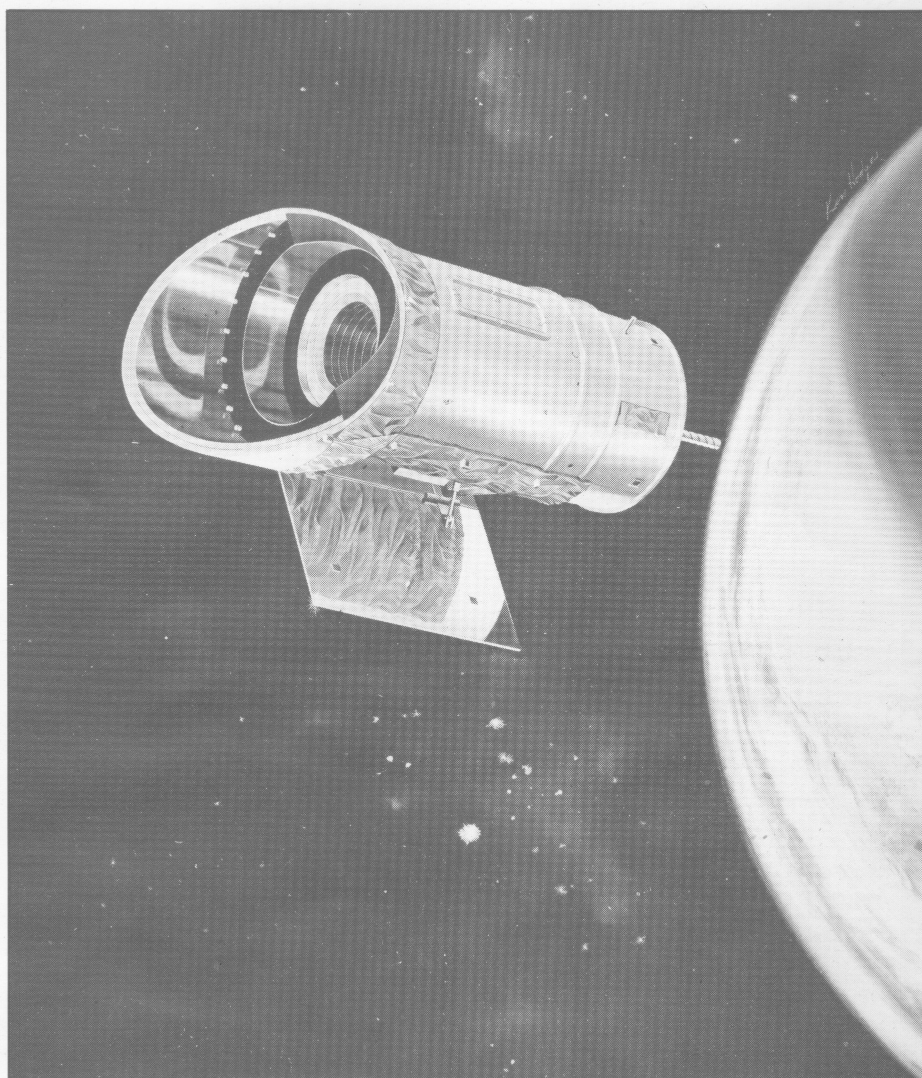


Fig. 4. De IRAS is een veelbelovende infraroodsatelliet, die in de herfst van 1982 gelanceerd zal worden. Hij zal in een 900 km hoge baan over de polen bewegen. (Foto JPL)

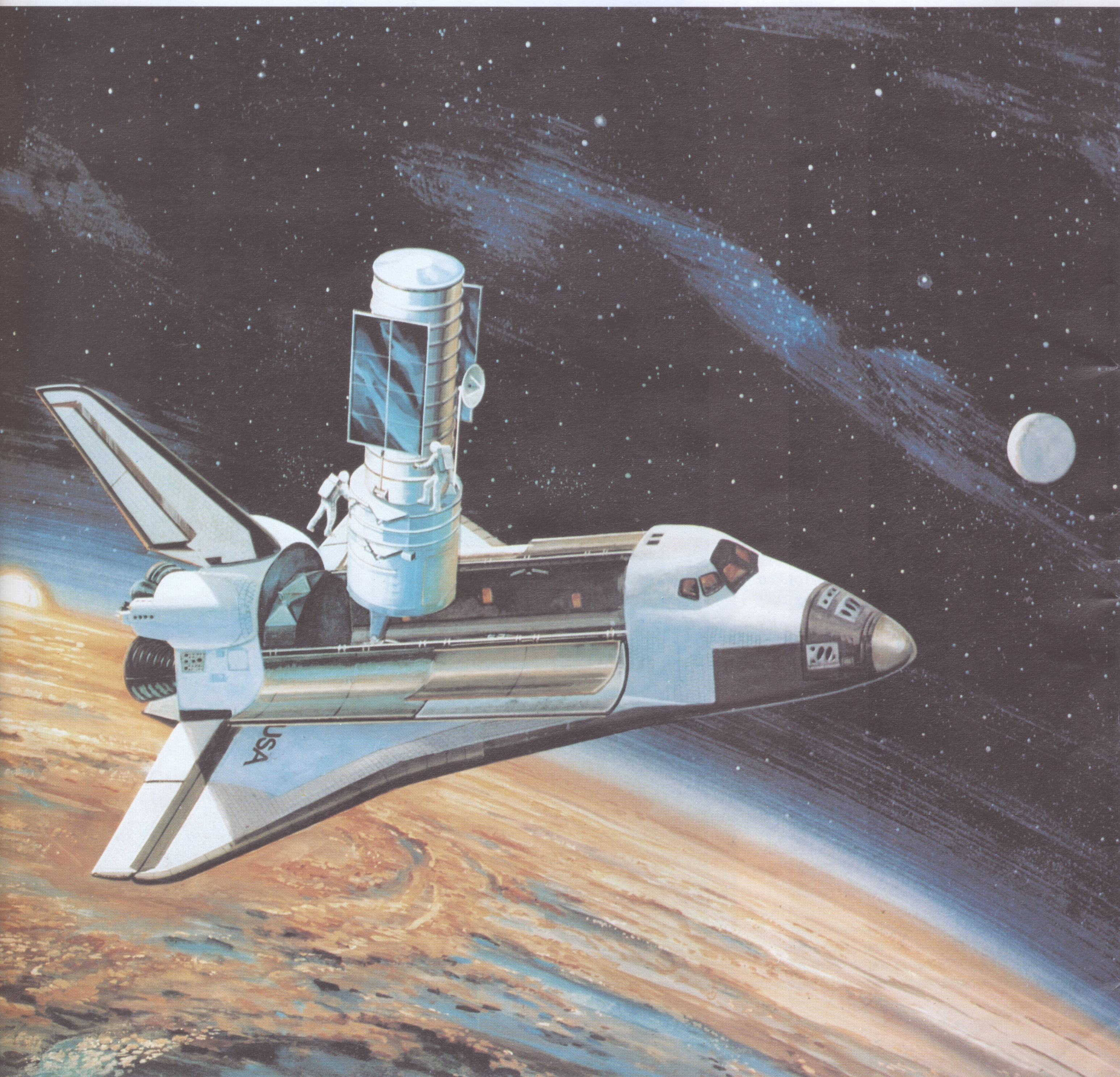
Kunstmanen kijken verder

Alle plannen die we tot nu toe aanstipten, hadden betrekking op het onderzoek van het zonnestelsel. Er zijn echter ook een aantal kunstmanen in aanbouw die voor het astronomisch onderzoek in een veel bredere zin interessant zijn. Hieronder passeren ze één voor één de revue.

– De Exosat van ESA is een satelliet voor het doen van röntgenwaarnemingen. Exosat zal vermoedelijk in december 1981 met een Arianeraket worden gelanceerd. De satelliet heeft 130 miljoen gulden gekost. Hij zal in een zeer langgerekte elliptische baan (200 000 km boven de noordpool) komen.
– De Nederlands/Amerikaans/Engelse satelliet IRAS die volgens de laatste berichten in september 1982 in de Verenigde Staten wordt gelanceerd. De constructie van de IRAS verloopt nu volgens plan.
– ESA heeft de constructie van Hipparcos (High Precision Parallax Collecting Satellite) goedgekeurd. Hipparcos zal in 1986 of 1987 met een Ariane worden gelanceerd. Deze kunstmaan, die 450 miljoen gulden kost, zal de positie en de eigenbeweging van 100 000 sterren meten.
– De Space Telescope (ST) is een ruimtetelescoop die met de Space Shuttle in een baan om de aarde wordt gebracht. De technische en financiële problemen waar de Amerikaanse ruimtevaart mee kampt, hebben dit project ook al een vertraging van tenminste twee jaar bezorgd. De lancering zal zeker niet vóór 1984 geschieden. De Space Telescope zal een spiegel met een middellijn van 2,4 meter hebben. ESA heeft een aandeel van 10% in dit project. Vermoedelijk zal Rusland op korte termijn een kleinere ruimtetelescoop met de Saljoet 7 lanceren.
– NASA heeft plannen voor een in 1985 te lanceren satelliet voor waarnemingen van gammastraling. Ook deze plannen worden bedreigd door de bezuinigingen van de regering-Reagan.

In een tijd met grote economische problemen is het maken van kostbare plannen voor de verdere toekomst niet opportuun. Toch wordt er wel over die verdere toekomst gesproken. Er zijn aanwijzingen dat de Sovjetunie een bemande maanreis en mogelijk zelfs een bemande Marsreis overweegt. In de Verenigde Staten dringen veel wetenschapsmensen aan op het ophalen van bodemmonsters van Mars, terwijl anderen prioriteit geven aan nieuwe vluchten naar Jupiter en zijn manen. In Nederland wordt er gesproken over een IRAS-opvolger en ESA zal in 1982 weer een nieuw plan voor een wetenschappelijke satelliet accepteren.

Fig. 5. Astronauten zijn bezig met het 'uitzetten' van de Space Telescope die met behulp van de Space Shuttle gelanceerd zal worden. (Foto ESTEC)



Vijfdaagse weersverwachtingen van het KNMI

Het KNMI zal met ingang van maandag 1 juni 1981 vijfdaagse weersverwachtingen gaan uitgeven. Dit werd mogelijk doordat het instituut de beschikking heeft gekregen over berekende weerkaarten die tot zes dagen vooruit gaan. Deze kaarten worden sinds vorig jaar op routinebasis berekend door het Europese Centrum voor Weersverwachtingen op Middellange Termijn te Reading (Engeland). Het KNMI heeft ruim een half jaar met deze kaarten geëxperimenteerd.
Mag de kwaliteit van de weersverwachtingen met een geldigheidsduur van 12 tot 36 uur voor het publiek de laatste 25 jaar niet merkbaar zijn verbeterd, de verwachtingstermijn is wel uitgebreid zonder dat dit ten koste ging van de kwaliteit. De kwaliteit van weersverwachtingen voor twee tot drie dagen vooruit doet nauwelijks onder voor die van 24 of 36 uur vooruit. Het opstellen van een meerdaagse verwachting is eerst mogelijk geworden door het ter beschikking komen van tot drie dagen vooruit berekende weerkaarten waarmee de Amerikanen in de loop van de jaren vijftig waren begonnen. De weerkaart zelf leent zich namelijk niet voor het opstellen van deze verwachtingen. Extrapolatie van het weer kan alleen op een termijn van 24 tot 36 uur geschieden. Het KNMI heeft tien jaar lang met de Amerikaanse berekende kaarten geëxperimenteerd en kwam daarbij tot de conclusie dat ze een redelijke betrouwbaarheid hadden.
In 1968 begon men daarom met de uitgifte van een meerdaagse verwachting, nadat door dr. H. C. Bijvoet (de huidige hoofddirecteur van het KNMI) een methode was ontwikkeld om uit berekende hoogtestromingspatronen .weerkaarten voor het aardoppervlak af te leiden. Hoewel de komst van de meerdaagse verwachting een grote verbetering was, bleef er een vraag naar weersverwachtingen die nog verder vooruit gingen, bijvoorbeeld één of meer weken. Tot voor kort waren de experimenten met verwachtingen op deze termijn gebaseerd op de *analogenmethode.* De grondgedachte achter de analogenmethode was het bestaan van weersontwikkelingen die in het verleden analoog zijn verlopen met recente ontwikkelingen in het weer. Indien ze ook de eerstvolgende drie dagen nog parallel zouden lopen met de berekende weerkaarten, werd er aangenomen dat zij dat ook in de verdere toekomst zouden blijven doen. Deze methode is in de praktijk echter onbruikbaar gebleken: er is jaren mee geëxperimenteerd, maar de resultaten bleven onder de maat. De weersontwikkeling laat zich blijkbaar niet met enkele kaarten volledig vastleggen.
Nu vorig jaar het Meteorologische Centrum te Reading in gebruik is genomen, zijn de kaarten anders komen te liggen. Dankzij een speciaal hiervoor ontwikkeld model dat gegevens van de atmosfeer over de gehele aardbol verwerkt, is het mogelijk geworden de luchtstromingspatronen met een aanvaardbare nauwkeurigheid zes dagen vooruit te berekenen. De berekeningen vinden plaats voor vijftien lagen in de atmosfeer, van het aardoppervlak tot een hoogte van ca. 25 km. Het rekenrooster heeft een roosterpuntsafstand van 1,875 graden in geografische lengte en breedte. De berekende kaarten, voor elke dag drie, worden ongeveer tien uur later door het KNMI ontvangen. Het transport van de berekende kaarten gaat per telefoonlijn, in de vorm van getallen. Met behulp van de KNMI-computer, een Burroughs 6800, worden de getallen weer omgezet in kaarten. Voor het tot zes dagen vooruit rekenen in een model met vijftien lagen zijn slechts drie uren nodig. Dit is mogelijk doordat het Meteorologische Centrum te Reading over een zeer snelle rekenmachine beschikt, de CRAY I. In de toekomst zal het centrum kaarten gaan leveren die tot tien dagen vooruit gaan.
Een groot probleem bij het steeds verder vooruit gaan van weersverwachtingen is de wijze van presentatie. De kans op verwarring is groot, en daarmee wordt dan het positieve effect van een verlenging van de weersverwachting weer teniet gedaan. Er is door het KNMI voor de volgende manier van publicatie gekozen. De wijze van presentatie van de weersverwachtingen voor de dag zelf en de volgende dag zijn ongewijzigd gebleven. Voor de daaropvolgende dagen, dag twee tot en met dag vijf, worden de weersverwachtingen *per dag* alleen gegeven aan die media waarin verwarring vrijwel is uitgesloten: de dagbladen, het telefonisch weerbericht, viditel en teletekst. Bij de nieuwsuitzendingen voor radio en televisie wordt na de verwachting voor de volgende dag (dag één) alleen een gecombineerde weersverwachting gegeven voor dag twee tot en met dag vijf. De laatste is dus in plaats gekomen van de verwachting voor dag twee en drie, de huidige meerdaagse verwachting. Het ligt in de bedoeling de vijfdaagse verwachting elke dag, dus ook in het weekeinde, uit te geven. De kans is groot dat de nieuwe verwachtingstermijn in de toekomst nog met één of meer dagen zal worden verlengd.

B. Zwart

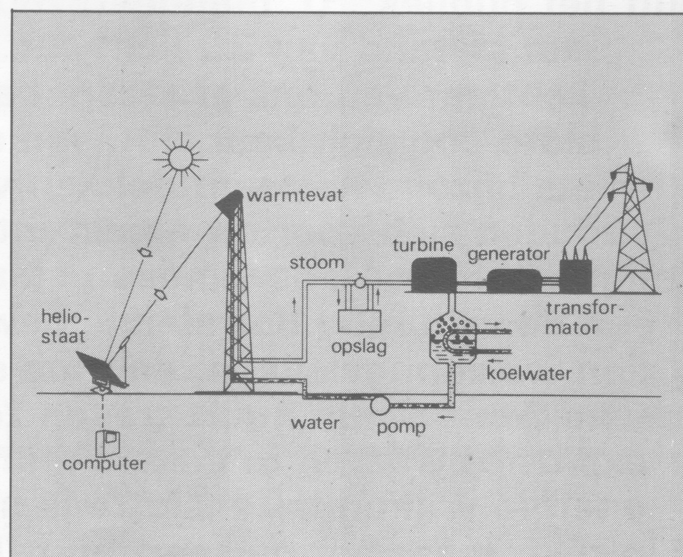
verwachting voor	zonneschijn-verwachting	neerslag-kans	minimum temp.	middag-temp.	windrichting en windkracht
maandag 1 juni (dag 1)	zonnig	10%	6 °C	24 °C	NO 2 Bft
dinsdag 2 juni (dag 2)	zonnig	10%	8 °C	25 °C	O 3-4 Bft
woensdag 3 juni (dag 3)	af en toe zon	40%	12 °C	20 °C	ZO 4 Bft
donderdag 4 juni (dag 4)	–	60%	13 °C	18 °C	ZW 4 Bft
vrijdag 5 juni (dag 5)	–	30%	11 °C	18 °C	W 5 Bft

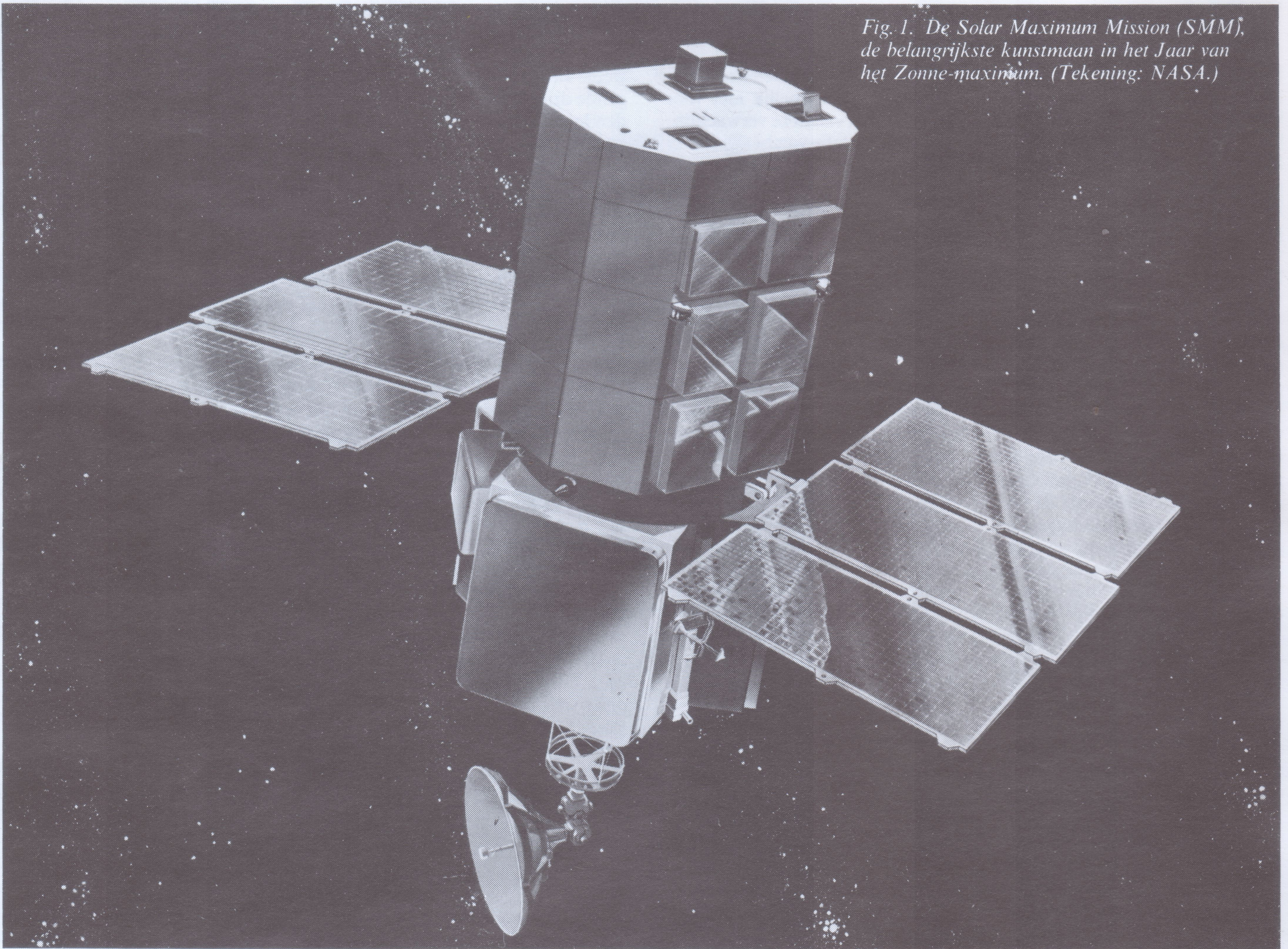
Bijschrift tabel:
Gefingeerd voorbeeld van een vijfdaagse weersverwachting. De getallen gelden gemiddeld over Nederland. Hoe langer de verwachtingstermijn is, hoe groter de mogelijke afwijking wordt.

EG-zonne- energiecentrale

In februari van dit jaar is de Eurelioscentrale bij Adrano op Sicilië in gebruik genomen. Het is een zonne-energiecentrale die voor de helft door de Europese Gemeenschap is gefinancierd; de rest werd betaald door Italië, Frankrijk en Duitsland. De bouwkosten bedroegen 24 miljoen gulden. Twee jaar geleden was men met de constructie begonnen.
De centrale werkt met 182 zonnespiegels (heliostaten). Een computer zorgt ervoor dat ze de energiebron (de zon) bij zijn baan langs de hemel kunnen volgen. Zeventig procent van de opvallende zonnestraling wordt op deze manier geconcentreerd op een warmtevat dat zich aan de top van een 55 m hoge toren bevindt. De overige 30% gaat door absorptie verloren.
In de wand van het vat, dat qua vorm is aangepast aan de brandlijn van de spiegels, bevinden zich buizen met water. De zonnewarmte zet dit water om in stoom, waarmee een turbogenerator wordt aangedreven. In totaal weet men op deze manier 16 procent van de inkomende zonne-energie in elektriciteit om te zetten. De centrale heeft een vermogen van één megawatt; dit is voldoende om 2000 mensen van elektriciteit te voorzien. De Eurelioscentrale is de grootste zonne-energiecentrale van het torentype.

(BZ/pt-Aktueel, februari 1981)




Fig. 1. De Solar Maximum Mission (SMM), de belangrijkste kunstmaan in het Jaar van het Zonne-maximum. (Tekening: NASA.)

DE ZON een opmerkelijke ster

Enkele jaren geleden, tijdens een wetenschappelijk colloquium, zei een spreker: 'Een ster ziet er heel eenvoudig uit'. Een stem uit het publiek: 'U, mijnheer, zou er ook zeer eenvoudig uitzien op een afstand van 30 lichtjaar'. Inderdaad, zou de zon op 30 lichtjaar van ons af staan, dan zou hij nauwelijks voor het blote oog zichtbaar zijn: een onopvallend sterretje waaraan niets bijzonders te ontdekken valt. Slechts weinig astronomen zouden zich voor dit object interesseren. Nu hij 'slechts' 150 miljoen km van ons vandaan staat, weten we dat het oppervlak in een voortdurend borrelende beweging is. In de actieve gebieden zien we zonnevlekken: enorme samenballingen van magnetische velden. In hun buurt treden zonnevlammen op: kortdurende explosies waarbij in enkele minuten tijds een grote hoeveelheid energie vrijkomt. Tenslotte is het zonsoppervlak als geheel niet in rust, maar het pulseert en trilt op de meest wonderlijke wijze.

De granulatie-elementen, de 'korrels' die we op het zonsoppervlak zien, zijn het gevolg van opstijgende en dalende bewegingen in de buitenlagen van de zon. Gasmassa's van ongeveer 1000 km groot stijgen op met snelheden van zo'n 2 km per seconde, koelen nabij het zonsoppervlak af en bewegen dan weer met grote snelheid de onzichtbare diepten van de zon in. Deze bewegingen hebben tot gevolg dat het zonsoppervlak – voor zover men van een echt oppervlak spreken kan – geen ogenblik in rust verkeert. Maar er zijn nog meer gevolgen. De gasmassa's boven de opstijgende granulatiebellen worden aan het trillen gebracht; ze vertonen vrij regelmatige op- en neergaande bewegingen met een periode van ongeveer 5 minuten. Deze trillingen breiden zich zijdelings over het zonsoppervlak uit. Zo'n trilling kan nog vrij lang blijven bestaan; metingen leren ons dat hij pas na één of misschien zelfs enkele dagen uitgedoofd is. Anderzijds kan in beginsel elk opstijgend granulatie-element een bron zijn van zo'n trilling en zo begrijpt men dat de gaslagen vlak boven het zonsoppervlak op een zeer merkwaardige manier aan het trillen zijn. Hierbij is de karakteristieke periode van 5 minuten echter nog duidelijk herkenbaar. Men zou dit verschijnsel kunnen vergelijken met dat van een bronzen bel.

C. de Jager

Wanneer men er één klap tegen geeft, hoort men duidelijk de karakteristieke trillingstoon van de bel. De trillingen van het zonnegas ten gevolge van de granulatie zijn echter het beste te vergelijken met die van een klok hangend in een felle zandstorm. Ook zo'n klok zal geluid maken onder het bombardement van de zandkorrels, maar het is niet meer de zuivere grondtoon die hij weergeeft.

Andere perioden

De 5 minuten-trilling is niet de enige trillingsvorm van de zon. Sinds enkele jaren weet men dat de zon een *pulserende ster* is. Hij zet regelmatig uit en krimpt weer in. De gemiddelde snelheid waarmee het oppervlak uitzet is gering (zie fig. 2): in de orde van enkele decimeters per seconde. Dat deze snelheid niettemin gemeten is mag wel een enorm succes van de waarnemers genoemd worden. Onafhankelijke metingen, uitgevoerd aan de Krim-Sterrenwacht (waar het verschijnsel ontdekt is), in Stanford in Californië en door een Franse groep aan de Zuidpool, hebben laten zien dat de periode van deze trillingen 160,01 minuten is. Gedurende deze tijd zet de zon uit en krimpt hij in over een afstand van ongeveer 5 km: een klein maar bijzonder opmerkelijk effect.
Het ligt voor de hand dat men gezocht heeft naar andere periodiciteiten in de bewegingen van het zonsoppervlak. Verschillende malen meende men trillingen gevonden te hebben met perioden tussen 5 en 160 minuten, maar deze hebben geen van alle de toets van nauwkeurige nieuwe metingen kunnen doorstaan. Uit metingen van de zonsmiddellijn hebben sommige astronomen gemeend te moeten vaststellen dat de zon zou uitzetten en inkrimpen met een periode van ongeveer 12 dagen, maar ook die periode lijkt niet bevestigd. Er zijn echter nog andere manieren om te onderzoeken of de zon regelmatig verandert. Het is daartoe van belang te beschikken over lange reeksen van metingen die dag na dag met hetzelfde instrument zijn uitgevoerd. Aan deze eis voldoet de regelmatige en ononderbroken reeks van metingen van de radiostraling van de radiostraling van de zon op een golflengte van 10,7 cm, door Covington (Canada) uitgevoerd sedert omstreeks 1950. Een bewerking van deze metingen door Hughes en Kesteven (Leiden) heeft aan het licht gebracht dat de intensiteit van de radiostraling perioden vertoont van 24,98 en 31,03 dagen. De verklaring van deze periodiciteiten en de samenhang met andere zonsverschijnselen is nog geheel duister. Daarnaast ondergaat de zon af en toe fluctuaties met perioden van 750 dagen en 1100 dagen, ruwweg 2 en 3 jaar. Deze veranderingen zijn echter niet altijd aanwezig.
Het is in dit verband de moeite waard de aandacht te vestigen op metingen van de neutrino's uit het zonsinwendige. Bij kernreacties die in het binnenste van de zon optreden worden neutrino's uitgezonden: subatomaire deeltjes zonder elektrische lading. Tot voor kort dacht men dat ze massaloos waren; onlangs is echter gevonden dat ze een uiterst geringe massa hebben. Door hun merkwaardige eigenschappen hebben neutrino's een zeer sterk doordringend vermogen; ze vliegen dwars door het zonslichaam heen, en kunnen slechts met de grootste moeite op aarde ontdekt worden. Sinds een tiental jaren werkt in de Verenigde Staten een neutrino-detector die met succes de neutrino-flux uit het zonsinwendige heeft kunnen meten. Wonderlijk is dat de neutrino-opbrengst *lijkt* te fluctueren met een periode van ongeveer 2 jaar (zie fig. 3). Zeker is dit alles nog lang niet en de metingen zullen nog een aantal jaren moeten worden voortgezet, willen we precies weten waar we aan toe zijn. Het lijkt echter interessant deze periodiciteit te vergelijken met die van 750 dagen in de radiostraling van de zon.

Elfjaarlijkse activiteitscyclus

Toen Galileï in 1610 zijn kijker op de zon richtte, zag hij daarop zonnevlekken. Hij was echter niet de ontdekker van de zonnevlekken, want eerder waren ze al met het blote oog gezien in Europa, en ▶

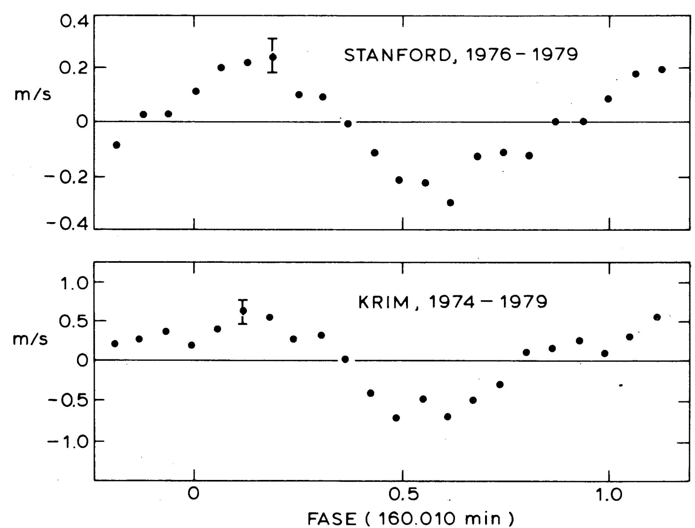


Fig. 2. De zon is een pulserende ster: metingen die onafhankelijk uitgevoerd werden op de Krim-Sterrenwacht in de Sovjet-Unie en te Stanford in Californië, V.S., hebben dit onloochenbaar vastgesteld. De periode van de zonnepulsatie is 160 minuten en 1 seconde; de snelheid is niet groter dan enkele decimeters per seconde en de totale omvangverandering van de zon is niet meer dan enkele kilometers.

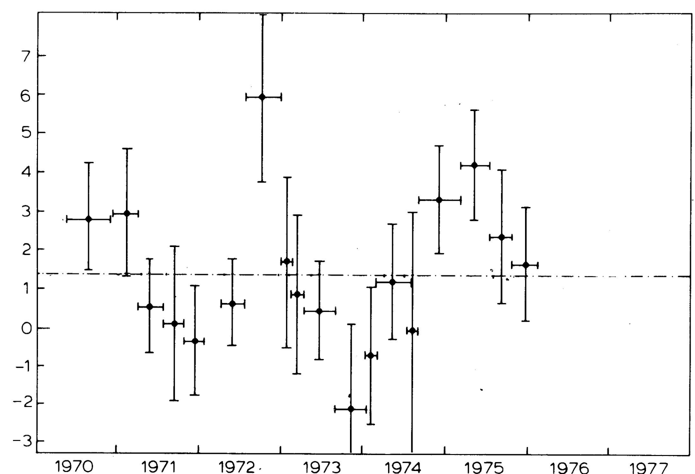


Fig. 3. Waarnemingen van de neutrino-flux afkomstig uit de kern van de zon suggereren dat deze misschien niet constant is maar verandert met een periode van ongeveer 2 jaar. De metingen zijn nog onzeker en deze bewering dient dan ook bevestigd te worden door nieuwe metingen. Het nulniveau geeft de neutrino-flux weer zoals te verwachten uit de intensiteit van de kosmische straling. De horizontale streep-puntlijn geeft de gemiddelde waargenomen flux aan (naar K. Sakurai).

daarvoor in China en Korea. Latere regelmatige waarnemingen hebben aangetoond dat het aantal vlekken voortdurend verandert en dat hierin een periode waar te nemen is van ongeveer 11 jaar. Men zegt daarom dat de *cyclus* van de zonsactiviteit (uitgedrukt in het aantal zonnevlekken) zo'n elf jaar lang is. Er zijn korte cycli van 10, 9 of zelfs 8 jaar en lange tot 13 of 14 jaar, maar de *gemiddelde* cyclusduur blijft door de eeuwen heen opmerkelijk constant: 11,135 jaar. Zeer opmerkelijk is dat er perioden zijn waarin de zonnevlekken gedurende enkele tientallen jaren nauwelijks voorkomen: er is dan geen zonsactiviteit. Dat is een volslagen onbegrepen verschijnsel! Het meest recente minimum trad ongeveer tussen 1640 en 1720 op (fig. 4). Naar de Engelse sterrenkundige Maunder, die dit verschijnsel ontdekte, wordt deze periode het *Maunder-minimum* genoemd (zie *Zenit* 1977, 377). Een korte periode van eveneens vrij geringe zonsactiviteit trad op omstreeks 1810: het 'kleine Maunder-minimum'.

Een bijzonder boeiende vraag is hoe het met de zonnevlekken gesteld was vòòr de uitvinding van de telescoop. De vraag is moeilijk te beantwoorden omdat vlekken met het blote oog zelden waarneembaar zijn, waardoor systematische waarnemingen ontbreken. Niettemin heeft een analyse van aantekeningen in middeleeuwse geschriften en in oude Chinese en Koreaanse publicaties toch wel inlichtingen gegeven over de zichtbaarheid van grote zonnevlekken (fig. 5). Er zijn daarnaast nog andere middelen om iets over de zonsactiviteit te weten te komen. Het *noorderlicht* bijvoorbeeld is een verschijnsel op aarde dat veelvuldiger is naarmate er meer zonnevlekken en dus meer zonnevlammen zijn. Uit de bestudering van oude aantekeningen over het optreden van het noorderlicht krijgt men dus eveneens een indruk over de mate van de zonneactiviteit in oude tijden. Op grond hiervan heeft men na het nodige speurwerk kunnen vaststellen dat er nog meer minima zijn geweest, gelijkend op het Maunder-minimum van de 17e eeuw. Enkele daarvan zijn het Spörer-minimum (1400-1510), het Middeleeuwse minimum (640-710), het Griekse minimum (440-360 v.Chr.), het Homerische minimum (820-640 v.Chr.) en het Egyptische minimum (1420-1260 v.Chr.). De nauwkeurigheid waarmee deze jaartallen gegeven worden is niet altijd gerechtvaardigd en ook de zekerheid omtrent deze minima is niet in alle opzichten gegarandeerd. Dat men niettemin toch meer over dit aspect van de zonsactiviteit kan zeggen, hangt samen met het feit dat de hoeveelheid koolstof-14 die in de atmosfeer geproduceerd wordt toeneemt wanneer de zonsactiviteit op grote schaal afneemt (zie kaderstukje). Een ander interessant aspect is dat de gemiddelde temperatuur in de gematigde streken samenhangt met de veranderingen op grote schaal in de zonsactiviteit. Zo blijkt dat de gletsjers op aarde een grotere lengte hebben gehad tijdens de Maunder- en Spörerminima, wat duidt op een lagere gemiddelde aardtemperatuur. Het grote aantal schilderijen van winterlandschappen uit de tweede helft van de 17e eeuw wordt ook wel eens in verband gebracht met het feit dat de winters toen gemiddeld strenger zouden zijn geweest dan nu. De gemiddelde wintertemperaturen in Nederland tussen 1640 en heden zijn vastgesteld door Van den Dool, Krijnen en Schuurmans. Een vergelijking van hun gegevens met de zonsactiviteit toont op treffende wijze dat de winters kouder zijn naarmate het zonnevlekken getal lager is (fig. 6).

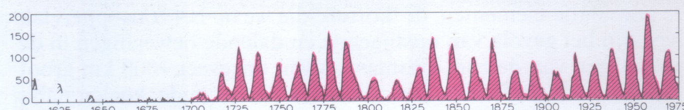


Fig. 4. Het relatieve zonnevlekkengetal (verticaal uitgezet) is een maat voor de zonsactiviteit. Interessant is het praktisch ontbreken van zonsactiviteit in de tweede helft van de 17e eeuw (het Maunder-minimum) en omstreeks 1810 (het kleine Maunder-minimum) (naar J. A. Eddy).

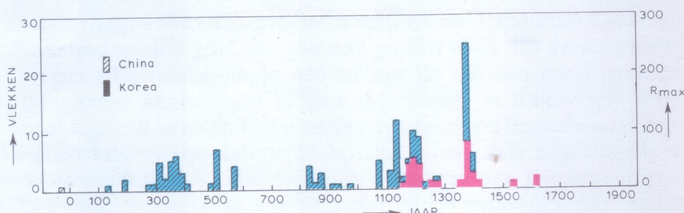


Fig. 5. Op grond van oude aantekeningen over het verschijnen van zonnevlekken heeft men enige indruk verkregen over de mate van zonsactiviteiten in vroeger tijden. Ook vroeger kwamen 'Maunder-minima' voor. Vertikaal is links het aantal vlekken, gezien per interval van 20 jaren uitgezet, en rechts het grootste relatieve zonnevlekkengetal per cyclus. De getrokken lijn toont de gegevens sinds de uitvinding van de telescoop (naar J. A. Eddy).

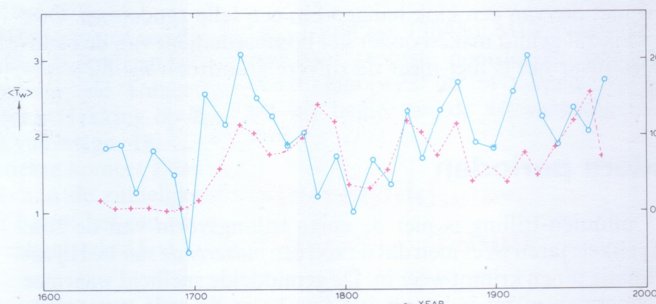


Fig. 6. Gedurende het Maunder-minimum was de gemiddelde wintertemperatuur in Nederland lager dan normaal. Een dergelijk patroon trad ook op tijdens het 'kleine Maunder-minimum' rond 1810. De getrokken lijn geeft de gemiddelde wintertemperatuur in Nederland weer; de gestippelde lijn het grootste relatieve zonnevlekkengetal van iedere cyclus.

Koolstof-14 en zonsactiviteit

Waarom wordt er minder koolstof-14 in de dampkring gemaakt wanneer de zon actief is? Koolstof-14 is een radio-actieve isotoop, die in de hoge delen van onze dampkring ontstaat wanneer bepaalde moleculen en atomen gebombardeerd en verbrijzeld worden door zeer energierijke deeltjes uit de *kosmische straling*. Deze deeltjes, zelf misschien ontstaan bij supernova-explosies, komen uit de sterrenwereld, van vèr buiten het planetenstelsel. Wanneer de zon actief is, zullen lang uitgerekte magnetische velden, afkomstig van de zon, tot ver buiten de aardbaan worden gebracht (zie ook fig. 11). De kosmische-stralingsdeeltjes, die zelf elektrische lading dragen, zullen voor een deel door deze magnetische velden worden afgebogen en daardoor minder kans hebben de aarde te bereiken. Zo wordt dus in een periode van krachtige zonsactiviteit minder koolstof-14 gemaakt.

Zonnevlammen

Het aantal zonnevlekken hangt samen met de zonsactiviteit, maar een vlek is niet de hevigste uiting hiervan. Indrukwekkender zijn de *zonnevlammen;* daarbij wordt in korte tijd een energie vrijgemaakt die voor een gemiddelde vlam vergelijkbaar is met een miljoen waterstofbommen. Vlammen ontstaan praktisch altijd in *actieve gebieden*, waarvan de zonnevlekken de kernen zijn. Een zonnevlek zelf is een gebied op de zon met zeer sterke magnetische velden (2000-3000 gauss; dat is ongeveer 10 000 maal zo sterk als het aardmagnetische veld aan de polen). Om de zonnevlekken heen bevinden zich echter actieve gebieden met een doorsnee van ongeveer 100 000 km, waar zwakkere velden aanwezig zijn (fig. 7). Deze velden bestaan altijd uit een gedeelte waar de magnetische noordpolariteit overheersend is en een ander gedeelte met een tegengesteld gericht magnetisch veld (zuidpolariteit). De scheidingslijn tussen de gebieden met tegengestelde polariteiten is meestal goed aan te geven en wordt dan gemakshalve (maar niet geheel correct) de *neutrale lijn* genoemd. Zonnevlammen (fig. 8) treden meestal op

Fig. 7. Een actief gebied op de zon. Opname gemaakt 22 juni 1978, om 21ʰ 07ᵐ 59ˢ MET, op het Big Bear Solar Observatory, Californië, V.S.

Fig. 8. Een zonnevlam. Opname gemaakt op 12 juli 1978, om 16ʰ 57ᵐ 16ˢ MET, op het Big Bear Solar Observatory, Californië, V.S.

in de buurt van de neutrale lijn. Ze bestaan dan vaak uit twee heldere gebieden aan weerskanten ervan, verbonden door één of meer heldere lussen die de neutrale lijn overspannen als een boogbrug over een rivier. Hoe grilliger de verdeling van de magnetische velden en de loop van de neutrale lijn is, des te vaker zullen zonnevlammen optreden. Ook blijkt dat de veelvuldigheid van zonnevlammen afhangt van veranderingen in de magnetische velden. De natuurkunde leert ons reeds dat een verandering in een magnetisch veld een elektrische stroom ten gevolge heeft. Betekent dit dat zonnevlammen samenhangen met sterke elektrische stromen nabij het zonsoppervlak? Hoe opmerkelijk zonnevlammen zijn, blijkt voorts wanneer men zich realiseert dat zij op enkele duizenden kilometers boven het zonsoppervlak ontstaan. Daar is het gas ongeveer 10 miljoen tot 100 miljoen maal zo ijl als de atmosfeer in onze huiskamers. Hoe is het mogelijk dat in zo'n ijl gas zulke enorme samenballingen van energie kunnen optreden?
Kernvragen voor het onderzoek van zonnevlammen zijn blijkbaar:

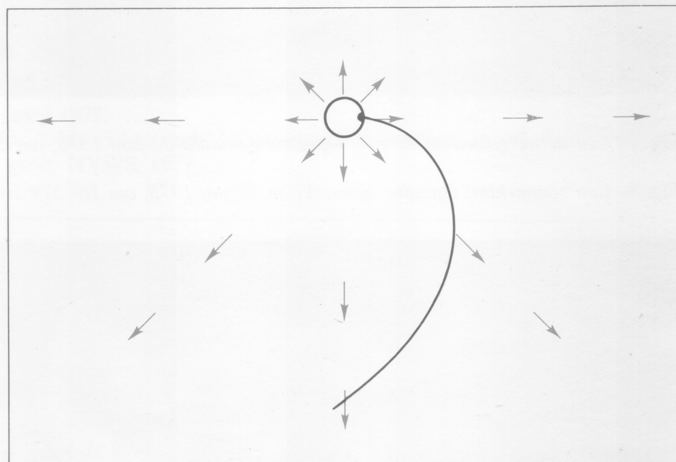
– Hoe wordt de energie samengebracht, die tenslotte in een zonnevlam uitgezonden wordt?
– Op welke manier 'ontlaadt' de vlam zich, hoe komt die energie plotseling vrij?
– Waardoor worden er na een zonnevlam vlagen van atomaire deeltjes met grote snelheid door de interplanetaire ruimte geschoten; hoe worden in of na zonnevlammen deeltjes vrijgemaakt met de waargenomen snelheden van duizenden tot honderdduizenden kilometers per seconde?

SMM-resultaten

Om deze en dergelijke vragen te kunnen beantwoorden is sinds augustus 1979 een groot internationaal samenwerkingsproject aan de gang: het internationale Jaar van het Zonne-Maximum (Solar Maximum Year, zie *Zenit* 1979, 348). In het kader van het SMY zijn een aantal wetenschappelijke satellieten gelanceerd. De meest omvattende en grootste daarvan is de Solar Maximum Mission (SMM), gelanceerd op 14 februari 1980 (*Zenit* 1980, 184).
Al kort na de lancering kon met behulp van de SMM een interessant resultaat geboekt worden. Op 30 april 1980, om 21h 20m MET, begon een zonnevlam, die door de Nederlandse onderzoekers *Queen's Flare* werd genoemd. Deze vlam begon als een klein, helder gebiedje nabij de zonsrand (fig. 9) met een omvang van ca. 10 000 km en een temperatuur van zo'n 20 miljoen graden. Slechts enkele seconden na de vorming van de kern ontstond daaruit, in een gebied dat zich tot 30 000 km voorbij de zonsrand uitstrekte, een helder, tongvormig gebied van röntgenstraling (fig. 10). Deze tong had een temperatuur van ruim 20 miljoen graden en werd kennelijk gevormd doordat snelle elektronen uit de heldere kern vluchtten naar een reeds eerder aanwezige magnetische structuur. De heldere kern, die de beginfase van de zonnevlam markeerde, was na een minuut of tien verdwenen. De tong bleef echter nog anderhalf uur langer zichtbaar en werd heel langzaam groter, alsof hij geleidelijk opgeblazen werd. Men schrijft dit toe aan een langzame diffusie van de hete deeltjes uit de magnetische tong, of aan een expansie van de magnetische veldlijnen, onder invloed van de druk van het hete gas in de magnetische tong.



Fig. 10. Schets van de zonnevlam van 30 april 1980 op het hoogtepunt van zijn activiteit, circa vijf minuten na het ontstaan. Naar HXIS-waarnemingen aan boord van de Solar Maximum Mission.


Fig. 11. Het gas van de zonnewind stroomt straalsgewijs van de zon weg en neemt daarbij magnetische velden mee de ruimte in. De veldlijnen blijven verbonden met hun oorsprong op de zon. Ten gevolge van de rotatie van de zon worden de veldlijnen spiraalsgewijs uitgerekt.

Deze waarnemingen leren ons dat zonnevlammen kunnen ontstaan in een klein gebiedje, met een doorsnee van nauwelijks een honderdste van die van de zon, en dat de grotere omvang die vlammen vaak hebben, veroorzaakt wordt door het hete gas dat uit zo'n kern ontsnapt. We weten echter nog niet wáár de beginnende kern van een vlam gezocht moet worden. Deze vraag kon beantwoord worden door waarnemingen van de vlam van 21 mei. In zichtbaar licht

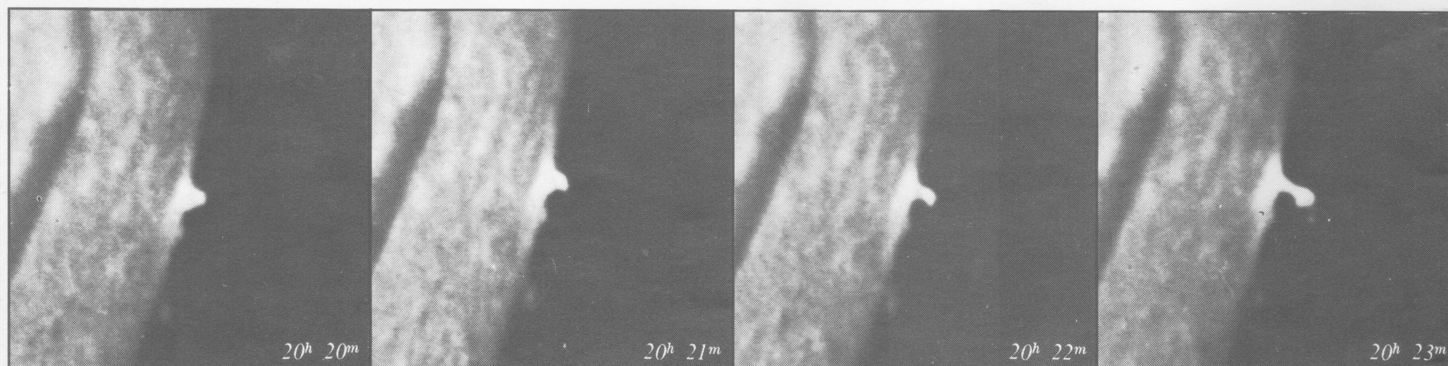


Fig. 9. Een serie opnamen in Hα van de zonnevlam van 30 april 1980. De heldere kern begint na enkele minuten weer te verdwijnen. (Tijdstippen in UT.)

Zonnevlammen en ruisstormen

W. van Tend

Op 21 mei 1980, iets voor 21^h UT, werd het begin van een reusachtige zonnevlam waargenomen door instrumenten aan boord van de Solar Maximum Mission-kunstmaan. Toen de instrumenten zes uur na het begin van de vlam het gebied weer in hun gezichtsveld kregen, zag dat er heel anders uit dan verwacht. Het vlamgebied was uitgedoofd, maar een heel ander gebied, naast de plaats van de vlamkern, straalde nu röntgenlicht uit. De röntgenstraling was maar zwak: 1/10 000 van de sterkte tevoren in de vlamkern, maar het gebied was buitengewoon groot 1/10 zonsstraal; vele malen groter dan de röntgenbron tijdens de vlam. Aan het zonsoppervlak was op de plaats van dit gebied niets te zien: geen zonnevlekkengroep, geen actief gebied. De röntgenwaarnemingen van een paar uur vóór het begin van de vlam lieten zien dat het gebied toen nog niet bestond. Waarschijnlijk had het zijn ontstaan dus aan de vlam te danken.

Doordat we schuin op dit deel van de zon kijken, zullen we een gebied dat recht boven de oude vlamkern ligt, naast de plek van die vlamkern zien. De hoogte boven het oppervlak van de grote röntgenbron zou in dat geval 1/7 zonsstraal zijn. De bevestiging van deze voorstelling van zaken komt uit radiowaarnemingen, gedaan in het Australische Culgoora. Na het einde van de bewegende radiostormen die met de vlam samenhangen, zag men daar een zogenaamde 'type I ruisstorm'. Hierbij is in een groot frequentiegebied voortdurend een sterke achtergrond te zien, met zo af en toe daarbovenop stootjes in kleine frequentiegebiedjes. Die stootjes duren ieder een paar seconden; de hele storm duurt uren, soms dagen, en blijft steeds op dezelfde plaats (zie ook *Zenit* 1980, 436). In dit geval duurde de storm ca. 6½ uur. In Culgoora nam men op drie verschillende radiofrequenties waar: 160 MHz, 80 MHz en 43 MHz. Het middelpunt van de radiobron was voor de drie frequenties verschillend (fig. K1). Nu is het zo, dat de frequentie van de radiostraling afneemt met afnemende elektronendichtheid, en dus met toenemende hoogte boven het zonsoppervlak. Wanneer we met deze kennis de röntgenbron en de drie radiobronnen in figuur bekijken, dan blijkt duidelijk dat de vier bronnen op een lijn op steeds grotere hoogte boven de oude vlamkern liggen. Daarmee hebben we een verband vastgesteld tussen de vlam, de grote vage röntgenbron en ruisstorm. Figuurg K2 laat schematisch zien hoe we ons de röntgenbron moeten voorstellen ten opzichte van de oude vlamkern.

Het probleem van de type I ruisstorm is de afgelopen jaren druk bestudeerd met de radiotelescoop bij het Drentse Dwingeloo. Terwijl andere zonneradioverschijnselen (types II tot en met V) duidelijk samenhangen met zonnevlammen, is dat bij type I nooit goed duidelijk geworden: bij allerlei zonnevlekkengroepen, of die nu veel of weinig vlammen opleveren, worden type I ruisstormen waargenomen. Deze waarneming is de eerste van een type I ruisstorm die duidelijk iets te maken heeft met een grote zonnevlam en met de röntgenstraling erna. Misschien kan er nu wat meer klaarheid komen aangaande de omstandigheden waaronder ruisstormen optreden.

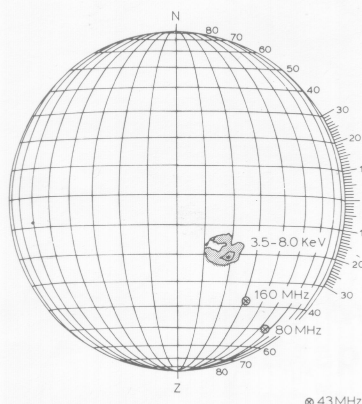


Fig. K1 De ligging van het brongebied van de röntgenstraling na de vlam, vergeleken met het middelpunt van de type I ruisstorm op 160MHz, op 80 MHz en op 43 MHz. De aanduiding 3.5-8.0 KeV heeft betrekking op de energie van de röntgenstraling.

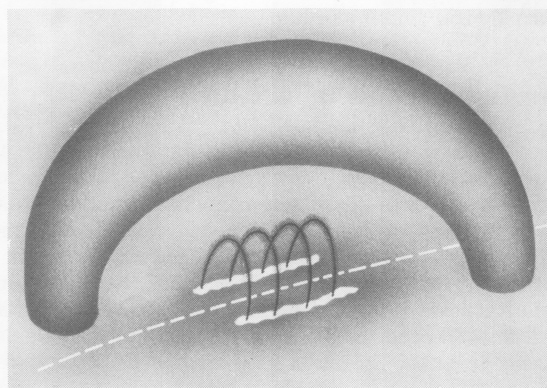
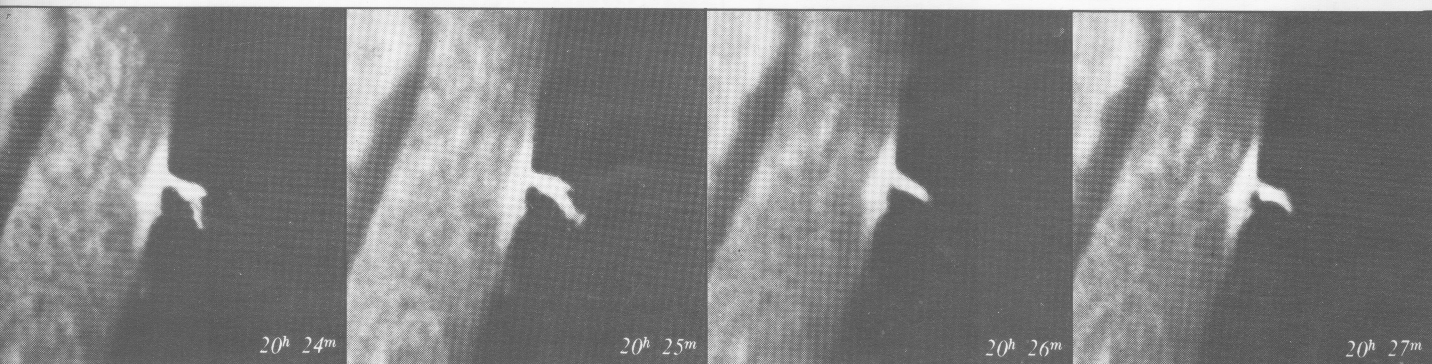


Fig. K2 Schets van de structuur waaruit de lusvormige röntgengloed kwam na de vlam van 21 mei 1980. Naar HXIS-waarnemingen aan boord van de Solar Maximum Mission (met dank aan Z. Svestka voor publicatietoestemming).

bestond deze vlam uit twee heldere stroken, aan weerszijden van de neutrale lijn. Waarnemingen gedaan met de HXIS (Hard X-ray Imaging Spectrometer) lieten zien dat in de beginfase van de vlam de röntgenstraling afkomstig was van een wazig gebiedje tussen deze twee stroken. Dit doet vermoeden dat het eerste hete gebied van de vlam te vinden moet zijn op de top van de bogen die de twee stroken aan weerskanten van de neutrale lijn met elkaar verbinden. Tijdens het maximum van de vlam had het gas een temperatuur van meer dan 70 miljoen graden. Meer interessante ontdekkingen die op 21 mei gedaan zijn, worden beschreven in het kaderstukje.

De zonnewind

Reeds lang is bekend dat na zonnevlammen vlagen van atomaire deeltjes (elektronen, protonen, heliumkernen) met snelheden van



duizenden tot honderdduizenden kilometers per seconde door de interplanetaire ruimte kunnen schieten. Om de aard van deze deeltjes beter te kunnen onderzoeken, heeft het Laboratorium voor Ruimte-onderzoek te Utrecht, in samenwerking met Imperial College (Londen) en ESLAB (ESTEC, Noordwijk) een instrument gebouwd dat zowel de energie als de richting van herkomst van zulke deeltjes kan waarnemen. Dit is iets nieuws, want tot nu toe kon alleen de energie van de deeltjes goed worden gemeten, terwijl hun herkomst meestal slechts ruw kon worden vastgesteld. Het instrument (met het codenummer S410) werd in augustus 1978 gelanceerd in een NASA satelliet, de International Sun-Earth Explorer C. Alvorens een beschrijving te geven van enkele van de resultaten van dit instrument dient iets gezegd te worden over de zonnewind.

Reeds een twintigtal jaren is bekend dat gas van de zon kan ontsnappen; dit noemen we de zonnewind. Het gas stroomt straalsgewijs van de zon weg en neemt daarbij magnetische velden met zich mee, die verbonden blijven met het zonsoppervlak. De zon roteert langzaam om zijn as, eenmaal in de 28 dagen, en hierdoor zullen de veldlijnen, wanneer ze na een week de afstand zon-aarde hebben overbrugd, verankerd zijn in gebieden die al zo'n 90 graden verder gedraaid zijn: De veldlijnen worden spiraalsgewijs opgewonden (fig. 11).

Wanneer nu een zonnevlam optreedt, kunnen daarna vlagen van deeltjes de wereldruimte inschieten. Deze deeltjes hebben een elektrische lading. De natuurkunde leert ons dat een elektrisch geladen deeltje dat zich in een magnetisch veld voortbeweegt, een kracht ondervindt die loodrecht staat op het veld en op de voortbewegingsrichting. Dit heeft tot gevolg dat de deeltjes spiraalsgewijs om de veldlijnen lopen, m.a.w. in hun beweging door de interplanetaire ruimte volgen de deeltjes de veldlijnen, en ze zullen dan ook bij de aarde aankomen onder een hoek van ongeveer 50° met de richting waaronder de zon gezien wordt.

Magnetische fles of schokfront?

Reeds een vijftiental jaren neemt men aan dat de deeltjes die na een zonnevlam van de zon wegschieten geleidelijk een ruimte vullen die gemarkeerd wordt door afgesloten magnetische velden. Dit is het model van de *magnetische fles*. Deze onderstelling was niet zo vreemd, want na vele vlammen bleek dat gedurende dagen, soms zelfs tot 1 of 2 weken na de vlam, de aarde nog voortdurend gebombardeerd werd door deeltjes met hoge snelheden. Dit kon niet anders betekenen, zo dacht men, dan dat de energierijke deeltjes die kennelijk tijdens of vlak na de vlam gevormd zijn, opgepot en vastgehouden worden in een gigantische magnetische fles, die tenslotte zo groot wordt dat hij de ruimte om de aarde geheel omvat.

Metingen met het eerder genoemde instrument S410 hebben laten zien dat deze opvatting onjuist is. Wat blijkt namelijk? Na een zonnevlam beweegt zich een schokfront door de ruimte. De overgang van het schokfront over het meetinstrument kan duidelijk worden vastgesteld door een plotselinge verandering van enerzijds de deeltjessnelheid van de zonnewind en anderzijds de magnetische veldsterkte. Reeds enige tijd vóór de passage van het schokfront ontmoet het meetinstrument echter al snelle deeltjes die kennelijk voor het front uitlopen. Ze zijn nl. afkomstig uit de richting van waaruit het front naar de aarde toekomt. Wanneer het front echter voorbij is gegaan zijn nog steeds snelle deeltjes te zien. Deze verschijnen echter wéér uit de richting van het front, aan de andere kant van het meetinstrument, dus uit een richting van de zon àf. Indien de snelle deeltjes op dat ogenblik opgeslagen zouden zijn in een grote magnetische fles dan moesten ze uit alle richtingen het meetinstrument bombarderen. Ze doen dit niet: ze blijken duidelijk afkomstig uit het schokfront. Dit betekent dat de snelle deeltjes niet geproduceerd worden in de zon, maar dat ze hun grote snelheid krijgen in het front. Dit nu is een bijzonder verrassend en onverwacht resultaat. Hoe is het mogelijk dat in de uiterst ijle interplanetaire ruimte, waar de gasdichtheid nog weer eens een miljoen maal lager is dan in de zonnevlammen, elektrisch geladen deeltjes opgezwiept worden tot snelheden in de orde van 5 000 tot 10 000 km per seconde? Naar de verklaring van dit wonderlijke verschijnsel, dat echter onloochenbaar vaststaat, wordt nog naarstig gezocht.

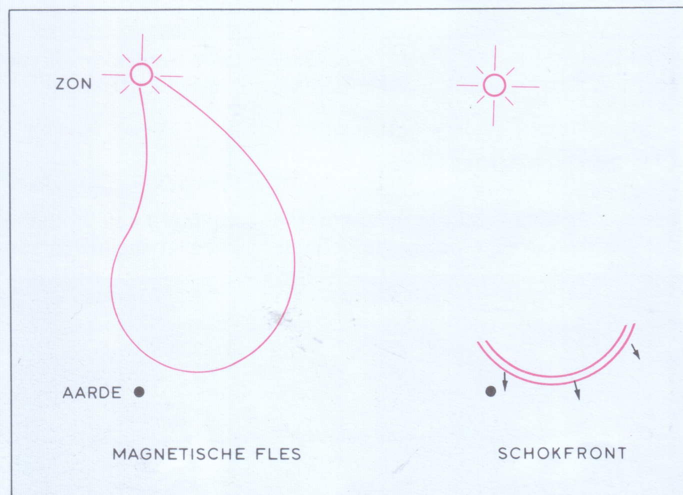


Fig. 12. Twee modellen voor de toestand in de interplanetaire ruimte na het optreden van een zonnevlam: bevinden de geladen deeltjes zich in een magnetische fles (links) of ontstaan ze in een voortbewegend schokfront (rechts)? Waarnemingen met het instrument S410 hebben geleerd dat het tweede model juist is.

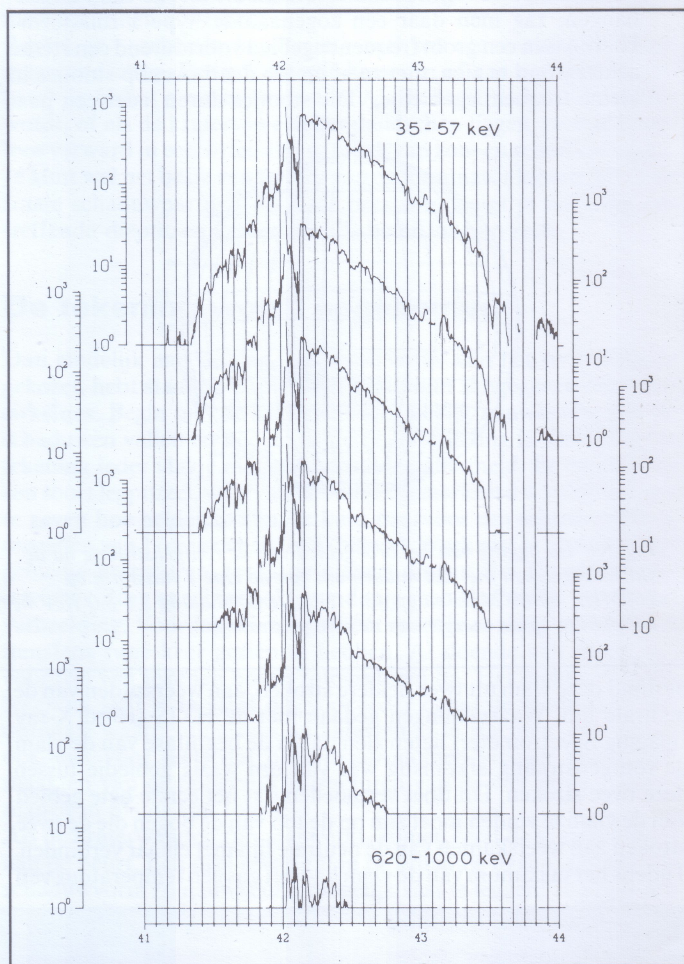


Fig. 13. Energierijke deeltjes van de zon, waargenomen door het instrument S410, aan boord van de ISEE-C. Reeds vóór het voorbijtrekken van het schokfront worden energierijke deeltjes geconstateerd; ze zijn ook nog aanwezig nà de passage van het front. Ze blijken hun snelheden te krijgen in het schokfront. Horizontaal is het nummer van de dag (in het jaar) uitgezet, verticaal staat het aantal gemeten deeltjes. De bovenste grafiek geldt voor de deeltjes met de geringste energie (35-37 keV), de onderste voor die met de grootste energie (620-1000 keV), de andere voor energieën daar tussen in (met dank aan G. Stevens voor publicatietoestemming).

Planetoïden en neutronensterren

Al sinds 1967 worden er d.m.v. kunstmanen stoten gammastraling uit het heelal waargenomen, maar toch heeft men nog weinig weet van hun oorsprong en het mechanisme dat er verantwoordelijk voor zou zijn. Onderzoekers van het Los Alamos Scientific Laboratory hebben nu een theorie naar voren gebracht volgens welke deze gammastoten worden opgewekt door het neerstorten van planetoïden op neutronensterren. De meeste planetoïden die wij kennen bewegen zich tussen de banen van Mars en Jupiter om de zon, maar die van de onderzoekers zouden zich in ruimte tussen de sterren bevinden. Momenteel zijn er geen aanwijzingen dat zich daar planetoïden bevinden (ook niet dat ze er zich *niet* zouden bevinden). De onderzoekers wijzen er echter op dat het restanten zouden kunnen zijn van planeten die aan stukken zouden zijn gereten. Dit zou dan gebeurd zijn tijdens de supernova-explosie die tevens tot het ontstaan van de neutronenster zou hebben geleid. Zo zou de ster dus zijn eigen planeten weer opslokken!

Deze interessante, hoewel zeer speculatieve theorie is een variant op een eerdere, naar voren gebracht in het begin van de jaren zeventig door twee Amerikaanse astronomen en een Russische. In hun theorie zijn het *kometen* die op neutronensterren neerstorten en aldus de stoten gammastraling opwekken. Hun theorie bleef vrijwel onbekend tot 5 maart 1979. Op die dag werd namelijk door negen verschillende kunstmanen een intense gammaflits waargenomen uit de richting van een supernovarest in de Grote Magalhaense Wolk, een satellietstelsel van het melkwegstelsel. Niet alleen was de intensiteit van de flits zeer groot, maar ook werd er een opmerkelijke pulsatie waargenomen die een periode had van 8 seconden en die verscheidene minuten aanhield.

Gestimuleerd door deze waarneming hebben de Los Alamos onderzoekers de inslagtheorie nieuw leven ingeblazen, maar de kometen hierbij vervangen door planetoïden. Met behulp van een computer hebben zij nagegaan wat het lot zou zijn van een planetoïde van 10^{17} kg die naar een neutronenster toevalt. Het blijkt dan dat dit object op 100 000 km afstand door de sterke getijdenkracht van de ster uit elkaar wordt getrokken. Er ontstaat dan een lange dunne stroom gruis van slechts enkele tientallen meters breed. Op het moment van de botsing heeft de hoofdmassa een snelheid van bijna die van het licht; in ongeveer een biljoenste seconde wordt de enorme hoeveelheid bewegingsenergie omgezet in warmte en wordt er een krachtige stoot gammastraling uitgezonden. Op hetzelfde moment wordt het resterende planetoïde-gruis in het magnetisch veld van de neutronenster gevangen, waar het naar de magnetische polen toe snelt. Gedurende enkele minuten blijft het materiaal op de polen vallen, waarbij ook röntgenstraling wordt uitgezonden. Doordat de neutronenster roteert, worden afwisselend de beide magnetische polen naar ons toegericht en zien we een pulsatie met een periode die half zo groot is als die van de ster (wanneer er tenminste een grote hoek tussen de magnetische en de rotatiepolen is). Astronomen zullen deze theorie natuurlijk met een grote dosis scepsis tegemoet zien. In het bijzonder zal er gewezen worden op het ontbreken van aanwijzingen voor het bestaan van interstellaire planetoïden. We zijn daarom benieuwd naar de resultaten van de IRAS (Infrarood Astronomische Satelliet); deze zou tot op 100.000 AE (2500 maal zo ver als Pluto) moeten kunnen zien of tenminste de planetenbevolking zich voortzet.

(GB/Astroph. J. vol 242, p. 319)

Internationale bijeenkomst amateurastronomen

De Belgische Vereniging voor Amateur Astronomen nodigt u uit om deel te nemen aan de activiteiten en festiviteiten tijdens de vijfde algemene vergadering van de Internationale Unie van Amateur Astronomen.

Deze zal worden gehouden in Brussel van 3 tot 8 augustus 1981. De officiële talen tijdens de bijeenkomst zullen Engels, Frans en Nederlands zijn. Degenen die de bijeenkomst willen bijwonen, worden verzocht contact op te nemen met Mr. James J. Doyle, Rue de la Neuville 68, B-6000 Charleroi, België. Zij zullen dan van de komende activiteiten op de hoogte worden gehouden.

Lancering Meteosat 2

De lancering van een tweede Europese geostationaire weersatelliet (Meteosat 2) zal volgens plan plaatsvinden vanuit Kourou (Guyana) op 18 juni 1981. De satelliet is inmiddels vanuit Cannes naar Kourou verscheept. De lancering, waarvoor de voorbereidingen op 10 april zijn begonnen, zal plaatsvinden met een Ariane LO 3-raket.

Meteosat 1, waarvan de beeldoverbrenging na ongeveer een jaar uitviel, bevindt zich nog steeds op zijn oorspronkelijke positie boven de evenaar op 5° WL en doet nog dienst als verzamelstation voor meteorologische gegevens, zoals van boeien, onbemande weerstations e.d.

(BZ)

ESA's infraroodsatelliet

Een groot aantal infrarode golflengtegebieden kunnen vanaf bergtoppen hoog boven de grootste hoeveelheid atmosferische waterdamp worden waargenomen. De nieuwe infraroodtelescopen op Mauna Kea (Hawaii) leveren in bepaalde banden waardevolle aanvullingen op de resultaten van de grootste optische kijkers.

Voor sommige metingen is het echter nodig buiten de dampkring waarnemingen te doen. Al enkele jaren wordt er werk verricht aan de IRAS-kunstmaan. De IRAS (Infrarood Astronomische Satelliet) zal in september 1982 gelanceerd worden. De geplande levensduur is 1¼ jaar, en in die tijd moet IRAS zo'n 60% van de infrarode sterrenhemel in kaart brengen. Het observatorium werkt in vier golflengtebanden, en zal voornamelijk fotometrische waarnemingen doen. Een kleine aanvulling op het werk van IRAS zal in de toekomst verricht worden door de SIRT-F (Small Infrared Telescope Facility), tijdens een Spacelabvlucht. Die vlucht zal relatief kort duren, evenals die van een Duits infrarood-observatorium dat (ook aan boord van Spacelab) spectrometrisch werk zal gaan uitvoeren.

Om met name de IRAS-vlucht aan te vullen met waardevol spectroscopisch onderzoek, ligt er bij ESA een infrarood-satelliet op de tekentafel. Deze ISO (Infrared Space Observatory) zal begin 1991 gelanceerd worden, maar in hoofdlijnen staat het ontwerp al vast. De apparatuur bestaat uit een 60 cm cassegraintelescoop, een infrarood-camera, twee interferometers en een fotometer. De instrumenten worden met een kleine honderd kilogram vloeibare waterstof en helium gekoeld tot temperaturen tussen 3 en 20 K. De telescoop heeft een richtnauwkeurigheid van ca. 10″. De camera bestaat uit een matrix van indium-antimoon-halfgeleiders, waarmee afbeeldingen van infraroodbronnen te verkrijgen zijn in een golflengte van 1 tot 5 μm en met een scheidend vermogen van ca. 1,5″. De twee interferometers werken in de golflengtebanden 2 tot 5 en 5 tot 25 μm. Het spectrale oplossend vermogen bedraagt bij een golflengte van 10 μm ongeveer 10^4: bij deze golflengte kunnen twee lijnen op een afstand van 1 nm (10 Å) dus nog gescheiden waargenomen worden. ($10\ \mu m/10^4 = 10^{-3}\ \mu m = 1$ nm.) Ter vergelijking: de apparatuur aan boord van IRAS heeft een spectraal scheidend vermogen van 20! De fotometer tenslotte werkt in drie golflengtebanden tussen 8 en 115 μm.

Men verwacht dat de IRAS enkele tienduizenden extragalactische infraroodbronnen zal ontdekken. Met de ISO is het mogelijk een deel hiervan gedetailleerd te onderzoeken in het nabije infrarood. Waarneming van de sterkte van CO- en H_2O-banden zal meer informatie verschaffen over de sterpopulaties in andere sterrenstelsels. Tevens bestaat de hoop dat de helderheid van een bepaalde infrarode band een eenduidige maat zal blijken te zijn voor de afstand van een stelsel, waarmee een grote bijdrage aan de kosmologie geleverd zou kunnen worden. Zowel IRAS als ISO zullen ook nieuw licht werpen op het stervormingsproces.

GS/ISO pre-phase a study, ESA, Parijs 1980

Meteorologische meetcampagnes in de Duitse Bocht

Het KNMI gaat in de maanden september en oktober van dit jaar meedoen aan één van twee grote meteorologische meetcampagnes, die zowel boven zee als boven land in het gebied van de Duitse Bocht zullen plaatsvinden. Deze meetcampagnes dragen de afkortingen KONTUR (*Kon*vektion – *Tur*bulenz) en PUKK (*P*rojekt zur *U*ntersuchung des *K*üsten *K*limas).

De leiding van KONTUR berust bij prof. dr. H. Hinspeter (Hamburg). Doel van deze meetcampagne is het verkrijgen van gegevens over de vorming van georganiseerde convectieve bewolking als functie van de gemiddelde atmosferische stroming en van de randvoorwaarden aan de grond. Daarnaast wil men gegevens verkrijgen over de gemiddelde atmosferische grootheden en over turbulente transporten in de grenslaag boven zee. Beide soorten gegevens zijn van belang voor voor het toetsen van theoretische modellen, met name voor modellen van convectie en wolkenvorming die gebruikt kunnen worden in atmosferische rekenschema's op grotere schaal.

PUKK zal worden geleid door prof. dr. H. Kraus (Bonn). Doel van dit experiment is het verkrijgen van gegevens over de transformatie van de atmosferische grenslaag door de overgang van zee naar land. Deze transformatie betreft zowel de dynamica (effect van ruwheidsovergang) als de thermodynamica. Een belangrijk aspect is het verschil in de dagelijkse gang in de stabiliteit van de grenslaag boven zee en boven land. Aan dit experiment zal door het KNMI en de Vrije Universiteit te Amsterdam een bijdrage worden geleverd.

Het experiment KONTUR zal plaatsvinden van 16 september tot 4 oktober en van 8 oktober tot 21 oktober 1981. PUKK loopt van 17 september tot 2 oktober 1981. Beide experimenten zijn in financieel opzicht gescheiden. Ook de voorbereidingen gebeuren apart. Tijdens de experimenten zelf is er echter een gezamenlijke centrale post (op het vliegveld Nordholz, bij Cuxhaven) waarin de uitvoering gecoördineerd wordt.

In het kader van KONTUR zal op zee gemeten worden door vijf schepen en platforms (radiosondemetingen en oppervlaktemetingen). Ook zullen dichtbij het aardoppervlak metingen worden verricht met kabelballons en Dopplersodar (sodar = sound detection and ranging). In de hogere niveaus zullen de radiosondemetingen worden aangevuld met vliegtuigmetingen. Van zeer grote hoogte zal een Phantom-straaljager wolkenfoto's maken.

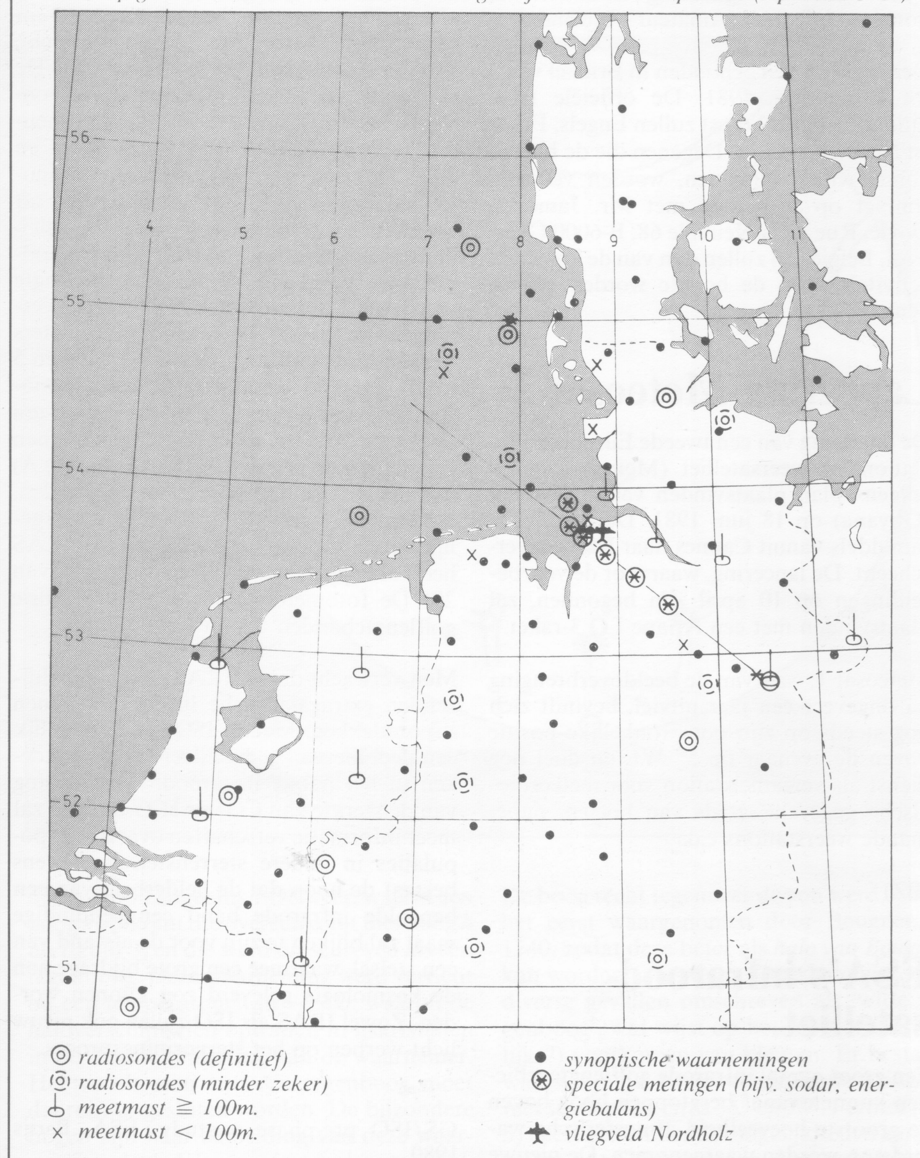
De metingen van PUKK omvatten radiosondemetingen op het land in een grootschalig netwerk met onderlinge afstanden van ongeveer 100 km. Ook zal gebruik gemaakt worden van zogeheten 'low level'-sondes: radiosondes die niet hoger gaan dan ongeveer 5 km. Verder zullen oppervlaktewaarnemingen en vliegtuigmetingen worden gedaan. De vliegtuigmetingen zullen echter op een lager niveau plaatsvinden dan bij KONTUR en verricht worden door een Cessna-vliegtuig en drie zogenaamde motorgliders.

Beide experimenten zijn verdeeld in normale en intensieve meetfasen. Tijdens normale meetfasen worden elke zes uur radiosondes opgelaten, terwijl alle oppervlaktewaarnemingen zoveel mogelijk worden voortgezet. Tijdens intensieve meetfasen wordt de frequentie van de radiosondes opgevoerd. Voor KONTUR wordt dat eens per 90 minuten, voor PUKK eens per 3 uur en in de ochtend eens per 90 minuten (totaal ca. 11 sondes per dag). Tijdens intensieve meetfasen worden tevens de vliegtuigen ingezet.

De bijdrage van het KNMI in het kader van PUKK bestaat uit het inrichten van een (land-)meetstation in het kustgebied. Het KNMI zal daar de volgende metingen doen: radiosondemetingen (low level); metingen met een monostatische sodar (dat is een akoestische radar waarbij zowel bij zender als ontvanger één verticaal gerichte antenne wordt gebruikt); metingen van de globale en de netto straling en meting van de wind op 10 m hoogte. Naast de waarnemingen in het meetgebied zelf zal gedurende het experiment mogelijk vier maal per dag een radiosonde in De Bilt worden opgelaten (om 00^h, 06^h, 12^h en 18^h Wereldtijd). Ook is gedacht aan de mogelijkheid om ieder uur foto's te maken van de radarecho's in De Bilt.

De kosten van het experiment PUKK alleen al bedragen 1,2 miljoen Duitse Mark.

Voorlopig overzicht van de beschikbare metingen tijdens kontur en p.u.k.k. (sept./okt. 1981)



BZ/A.G.M. Driedonks en H.R.A. Wessels: Verslag symposium ter voorbereiding van het experiment KONTUR, Hamburg 24-27 november 1980 (De Bilt, 1980).

BOEKBESPREKING

Astrofotografie als Hobby, eine Anleitung für Amateur-Astronomen.

W. Knapp en H. M. Hahn, Verlag Gerhard Knülle, Herrsching / Ammersee. DM 39,50 (Bij Stichting De Koepel verkrijgbaar voor *f* 45,–)

Dit boek, uitgevoerd in kwartoformaat, bevat 136 blz. tekst, voorzien van veel fotomateriaal afkomstig van amateuropnamen. De helft van de 98 afbeeldingen zijn in kleur en komen fraai tot hun recht op het kunstdrukpapier, waar dit goed ingebonden werk op gedrukt is.

In 16 hoofdstukken wordt vrijwel het gehele gebied van de astrofotografie voor de amateur bestreken. De eerste drie hoofdstukken zijn inleidend bedoeld voor de beginnende amateur en behandelen onderwerpen als het maken van foto's met stilstaande camera, de te verwachten effecten van lensfouten, het gebruik van een sterrenkijker voor het volgen, en het gebruik van het objectief van de kijker als camera-objectief, al dan niet met oculairprojectie. In het vierde hoofdstuk komt het schwarzschild-effect aan de orde en hoe men uit eigen waarnemingen de grootte van dit effect kan bepalen. Dan volgen een aantal hoofdstukken over maan-, zon- en planeetfotografie. De verschillende technieken worden hierbij besproken, en voor de planeten Mercurius tot en met Saturnus worden de fotografische mogelijkheden uitvoerig behandeld. Daarna volgen twee hoofdstukken over respectievelijk kometenfotografie en het fotografisch waarnemen van meteoren.

Een hoofdstuk over het fotograferen van sterspectra ontbreekt ook niet. Bovendien worden onderwerpen als het waarnemen van veranderlijke sterren vanaf foto's en het bepalen van de coördinaten van objecten op een foto behandeld. Uit de aard der zaak worden dergelijke onderwerpen zeer beknopt behandeld; zij zijn meer als een inleiding te beschouwen. Een kort hoofdstuk over het fotograferen van kunstmanen sluit het eigenlijke astrofotografie-gedeelte af. Dan volgen nog een paar hoofdstukken waarin over filmemulsies en het gebruik van filters gesproken wordt. Het boek besluit met een hoofdstuk over het inrichten van een donkere kamer, afgestemd op de astrofotografie. Een handig register is toegevoegd.

We kunnen dit boek warm aanbevelen aan de beginnende astrofotograaf, waarvoor het een goede inleiding is. Ook de meer ervaren amateurs vinden er veel in wat hen van dienst kan zijn. Zo is bijvoorbeeld de manier waarop een schatting gemaakt wordt van de belichtingstijden zeer nuttig, alhoewel het niet meer dan richtlijnen zijn, nergens is rekening gehouden met absorptie en reflectie van de lenzen. De schrijvers hebben zowel de amateur met een fototoestel met standaardlens willen dienen als hen die bijvoorbeeld over een Celestron-14 kunnen beschikken! De gepubliceerde amateurfoto's zijn soms niet onberispelijk wat volgnauwkeurigheid betreft en ook de afwerking laat soms te wensen over. Onze Nederlandse amateurs van topklasse leveren zeker gelijkwaardige foto's. Nergens wordt ons iets voorgespiegeld wat voor de amateur onbereikbaar zou zijn.

Over de opzet van het boek niets dan lof, maar natuurlijk zijn er kleine foutjes ingeslopen. Zo wordt nergens verteld dat bij het volgen door een azimutaal opgestelde kijker het beeld zal draaien om de volgster. Hoe een pentaprisma drie reflectievlakken kan leveren is niet duidelijk. Mercurius is op het zuidelijk halfrond niet beter zichtbaar dan op het noordelijk halfrond; wellicht zijn de tropen bedoeld! Op blz. 102 is het blijkbaar moeilijk om ångströms en nanometers uit elkaar te houden. Een drukfout op blz. 58 is minder storend: niemand zal willen geloven in een kijker met een brandpuntsafstand van 1 m en een objectiefdiameter van 125 cm!

A. Mak

Paolo Maffei; Monsters in the Sky

MIT Press, London 1980, 342 blz. met vele foto's en tekeningen, prijs £ 10.50

De titel van dit boek is intrigerend en dat is verkooptechnisch goed bekeken. Maar hij is ook nogal misleidend en dat is voor de serieuze koper jammer. Mede gezien de omslagfoto (een komeet) zou men verwachten een astronomisch-mythologisch boek voor zich te hebben, handelend over de tijd toen het aardse nog niet zo duidelijk was gescheiden van het hemelse. In werkelijkheid geeft Maffei echter een beschrijving van een aantal hemellichamen en objecten ver weg in het heelal, die juist voor de *huidige* astronomen zo intrigerend zijn. Achtereenvolgens komen ter sprake: de kometen, mogelijk nog onbekende planeten en satellieten, nevels en novae, supernovae, de merkwaardige ster Eta Carinae, zwarte gaten en quasars. Allemaal heel serieuze objecten dus!

Waar Maffei verschijnselen en objecten in het zonnestelsel beschrijft is hij boeiend, en waar hij het heeft over verschillende soorten sterren met merkwaardig gedrag, is zijn verteltrant helder. Als hij echter op het terrein van de bijzondere soorten sterrenstelsels komt, wordt hij erg uitputtend en wordt het boek wat minder boeiend. Wel krijgt men dan een uitstekend overzicht voorgezet van de huidige inzichten in de mogelijke samenhang tussen allerlei soorten sterrenstelsels. Deze uitputtendheid is overigens niet verwonderlijk, omdat de auteur op dit gebied werkzaam is. In 1968 ontdekte hij twee sterrenstelsels die betrekkelijk dicht bij ons melkwegstelsel bleken te liggen.

Het boek is in feite niet meer zo recent; het is een vertaling (door Mirella en Riccardo Giacconi) van de oorspronkelijk Italiaanse uitgave *I Mostri del Cielo* uit 1976. In de jaren daarna is er op sommige gebieden in de sterrenkunde nogal wat gebeurd, zodat men er niet altijd zeker van kan zijn dat het meest recente standpunt wordt gepresenteerd. Voor de meeste gebieden zal dat echter vrijwel geen verschil uitmaken.

Alles bij elkaar is 'Monsters in the Sky' een goed leesbaar boek, al is het (met uitzondering van de eerste twee hoofdstukken) niet bedoeld voor beginners. De auteur gaat uit van een zekere voorkennis bij de lezer, die groter wordt naarmate het boek vordert. Tot slot nog een kleine waarschuwing: de bladzijden 82 en 84 van het boek zijn verwisseld. En op blz. 97 moet men op de vierde regel van beneden waarschijnlijk 'magnitude 12' lezen in plaats van 'magnitude 2'.

G. W. E. Beekman

Universeel stervormingsproces

In 1967 werd de eerste proto-ster in ons melkwegstelsel gevonden. Inmiddels zijn er enkele tientallen bekend. Het zijn bronnen van infrarode straling: de zich vormende ster is nog omgeven door een vrij dichte gas- en stofwolk, die de energie van de ster absorbeert en op een langere golflengte uitzendt. Men spreekt wel van een 'verpopte' ster. Tot nu toe zijn alleen zeer zware sterren in het zogenaamde popstadium waargenomen, en alleen in ons eigen melkwegstelsel. Er werd echter algemeen aangenomen dat hetzelfde stervormingsproces ook zou gelden in andere delen van het heelal en voor lichtere sterren. Recente waarnemingen lijken dit nu te bevestigen.

In januari 1981 werd voor het eerst een protoster gevonden in een ander sterrenstelsel. Het betrof een zeer zwaar exemplaar in de Grote Magelhaense Wolk. De waarnemingen werden gedaan door Hyland, Jones, Getley en Becklin met de 3,9 m Anglo-Australian Telescope in New South Wales.

Dat ook lichte sterren het popstadium doormaken, blijkt uit ballonwaarnemingen van een protoster met een massa van hooguit twee maal die van de zon. De waarnemingen werden gedaan met een instrument dat door het Groningse Laboratorium voor Ruimte-onderzoek is ontworpen. Zowel het object in de Grote Magelhaense Wolk als de 'lichte' protoster in ons eigen melkwegstelsel zijn ca. 100 000 jaar oud.

Het lijkt nu des te aannemelijker dat de vorming van sterren uit een samentrekkende gas- en stofwolk een universeel verschijnsel is en dat ook lichte sterren zoals de zon ooit het popstadium hebben doorgemaakt.

(GS/Australian Information Service, Persbericht GROC)

STERRENKUNDE IN ZWEDEN

Onze kennis over Zweden beperkt zich doorgaans tot wat simpele feitjes: het is er koud, in het noorden schijnt 's zomers de middernachtzon en zijn ook de frequent optredende poollichten in hun volle glorie te zien. Ook over astronomisch onderzoek in Zweden is hier met name op populair-wetenschappelijk gebied niet veel bekend. Toch heeft de sterrenkunde, in het 'land van de eeuwig zingende bossen' een oude traditie. Die vier centra voor astronomisch onderzoek vinden we in Saltsjöbaden, Uppsala, Lund en Onsala. In dit artikel zullen we in volgorde van hun ontstaan deze centra en hun voorgeschiedenis de revue laten passeren, waarbij overigens alleen de professionele sterrenkundebeoefening nader bekeken zal worden.

Annette Boshoven

Zwedens oudste sterrenwacht vinden we in Uppsala. In deze stad werd in 1477 's lands oudste universiteit gesticht en hier werd van het begin af aan al astronomie gedoceerd. In 1594 kreeg deze discipline een leerstoel, maar het duurde nog een paar eeuwen voordat Zweden op astronomisch gebied wetenschappers van naam leverde. Dit kwam doordat het nogal lang duurde voordat de wetenschappelijke stromingen van de renaissance vanuit het Europese vasteland tot in Zweden doordrongen. Het sterrenkundeonderwijs bleef dan ook lange tijd gebaseerd op het geocentrische stelsel.

Een serieuze belangstelling voor de natuurwetenschappen ontstond in Zweden tijdens de periode 1718-1772, door de Zweden *Frihetstiden* (tijdperk van de vrijheid) genoemd. Behalve de economie en cultuur raakte toen ook de wetenschap in een stroomversnelling. Namen als die van Carl von Linné (Linnaeus), de filosoof Swedenborg en niet te vergeten Anders Celsius getuigen hier nog van.

De eerste sterrenwacht

Celsius (1701-1744) was professor in de astronomie aan de universiteit van Uppsala. In 1739 schreef hij een brochure waarin hij het nut van een observatorium in Zweden besprak. Deze brochure vormde de aanleiding tot de bouw van de eerste Zweedse sterrenwacht die nog in datzelfde jaar van de grond kwam. Het observatorium werd geplaatst op het dak van een nog steeds bestaand gebouw in Uppsala (*The Celsius Walk*). Dit observatorium raakte echter in het begin van de negentiende eeuw in verval, deels vanwege de ongunstige ligging aan een drukke straat. In 1848 startte men met de bouw van een nieuwe sterrenwacht die in 1852 gereed was. Het hoofdinstrument was een kleine refractor die in 1895 werd vervangen door een grotere en betere dubbelrefractor die nog tot aan het begin van deze eeuw gebruikt werd.

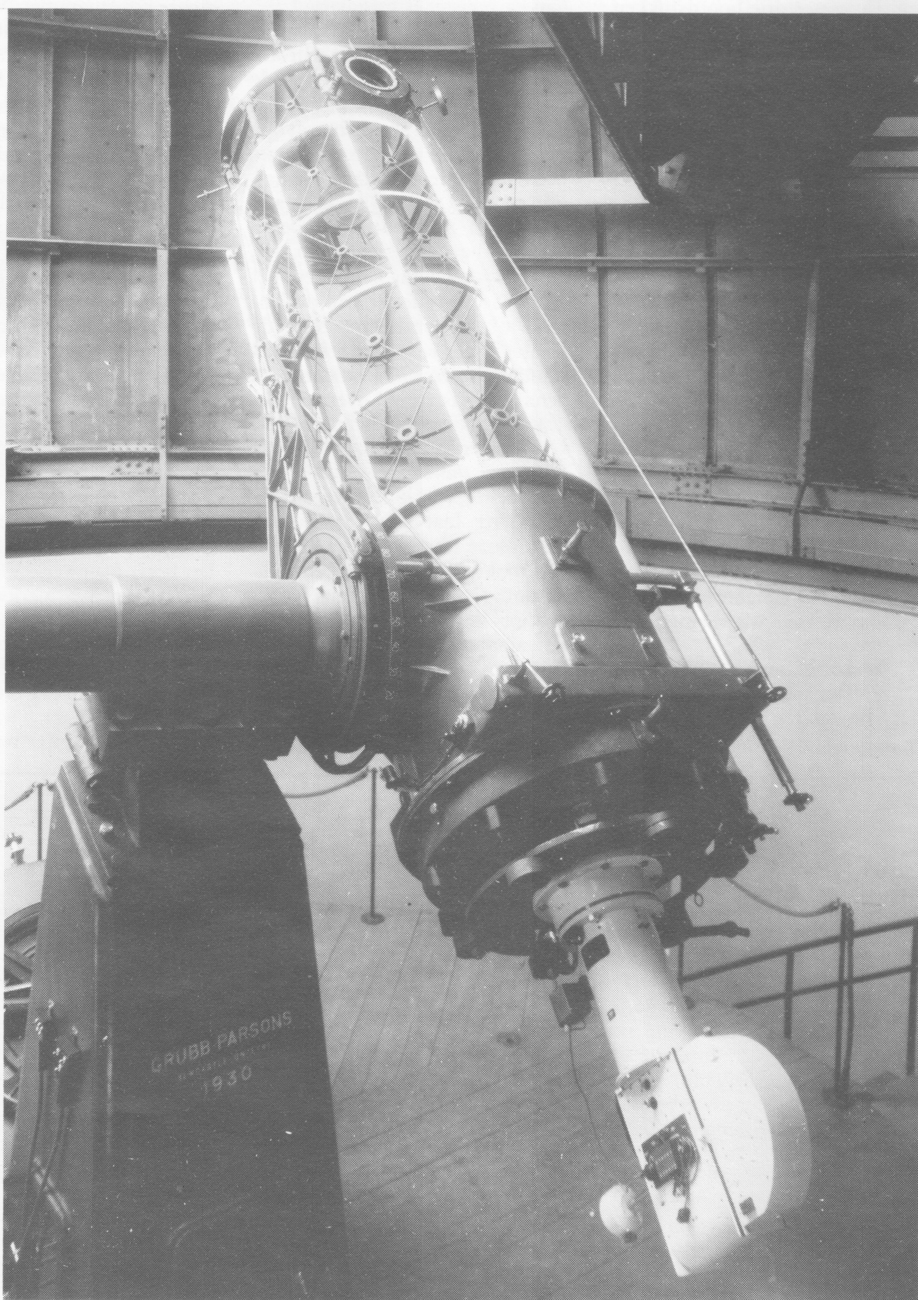


Fig. 1. De grootste telescoop in Zweden: de 102 cm reflector van de sterrenwacht in Saltsjöbaden.

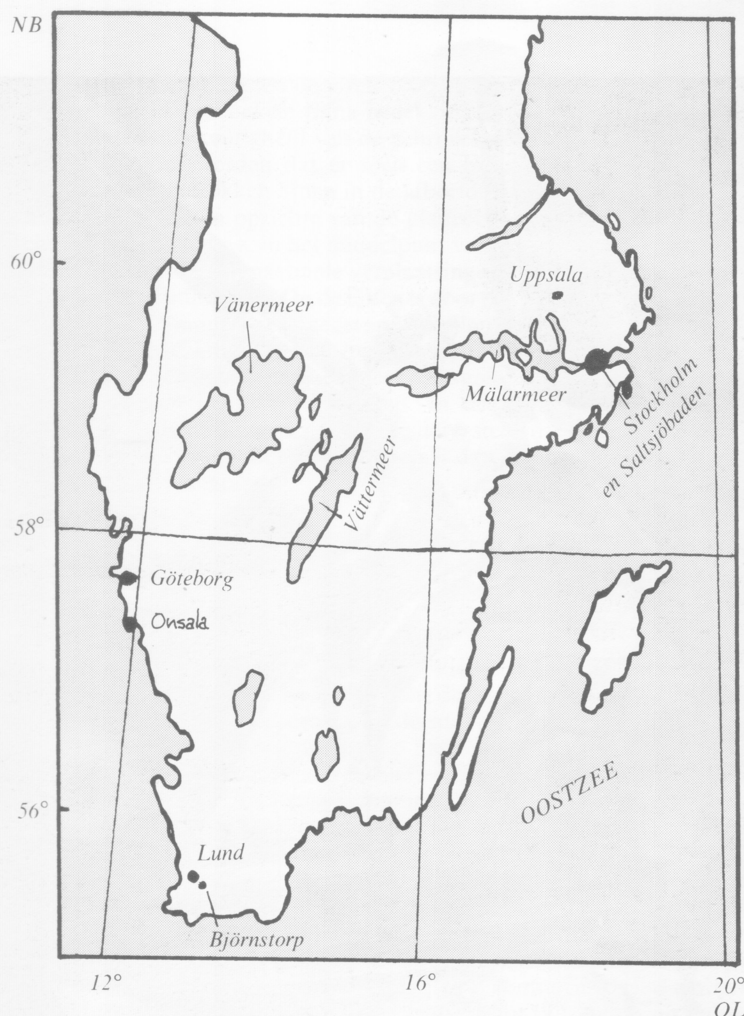


Fig. 2. Overzichtskaartje van Midden- en Zuidzweden met de in het artikel genoemde plaatsen.

Het zich uitbreidende Uppsala dwong de sterrenwacht uit te wijken naar een andere observatieplaats. Dat werd het landgoed Kvistaberg, 40 km ten zuiden van Uppsala aan het Mälarmeer. Sinds 1944 is dit de locatie van de sterrenwacht, maar ook hier begint de invloed van atmosferische vervuiling storend te worden. De sterrenwacht bezit één van de grootste schmidt-telescopen ter wereld: het instrument heeft een spiegeldiameter van 100 cm en een brandpuntsafstand van 3 m. De Uppsala-astronomen hebben echter serieuze plannen deze telescoop naar het Spaanse eiland La Palma te verplaatsen. Sinds 1970 is op Kvistaberg ook een 40 cm reflector in gebruik, hoofdzakelijk voor foto-elektrische metingen van sterhelderheden, en gebruikt men tevens een 15 cm astrograaf. De sterrenwacht heeft bovendien nog een eigen schmidt-telescoop aan het Mount Stromlo Observatory in Australië.

Net als de andere sterrenwachten in Zweden werkt men op Kvistaberg veelal met materiaal dat buiten de eigen landsgrenzen verzameld is, vooral aan het European Southern Observatory. De objecten die men bij voorkeur bestudeert zijn steratmosferen, extra-galactische stelsels en de Melkweg. Onderzoek aan de structuur en dynamiek van de Melkweg heeft een oude traditie aan alle astronomische instituten in Zweden. Op Kvistaberg worden in dit kader vooral onderwerpen als sterverdeling, open clusters, emissielijnsterren en de melkwegstructuur bestudeerd. (De Zweden noemen de Melkweg heel toepasselijk *Vintergatan* (winterstraat): doordat de zon 's zomers niet ver onder de horizon staat, is de Melkweg dan niet te zien!)

Statistiek en sterrenkunde in Stockholm

Stockholm, de hoofdstad die op niet minder dan 24000 eilandjes is gebouwd, kreeg in 1753 een sterrenwacht op initiatief van Pehr Elvius jr. De locatie van dit observatorium was de Brunkeberg die het toenmalige Stockholmse gemeentebestuur aan de Koninklijke Zweedse Academie van Wetenschappen had geschonken. Financieringsbron voor de bouw vormde onder meer het monopolie op de uitgave van astronomische almanakken dat de Academie tot 1972 behouden heeft. De eerste prefect van het observatorium werd Pehr Wilhelm Wargentin, Celsius' eerste leerling.

Wargentin was een voortreffelijk observator en een uitnemend theoreticus. Toen hij nog aan het observatorium van Uppsala werkte had hij op Celsius' initiatief een aanvang gemaakt met het bestuderen van de vier heldere Jupitermaantjes. In Stockholm ging hij zich intensiever met dit onderwerp bezighouden toen bleek dat de regelmaat in hun verduisteringen gebruikt kon worden voor nauwkeurige bepalingen van tijd en geografische lengte. Naast tal van andere onderzoeken die hij deed, nam hij deel aan internationale projecten voor het berekenen van de zons- en maansafstand. Gedurende 32 jaar deed hij systematische waarnemingen van de veranderlijke ster Mira Ceti. Niet alleen als astronoom genoot Wargentin groot aanzien, ook op het gebied van de bevolkingsstatistiek werd hij internationaal bekend en hij wordt beschouwd als de vader van de Zweedse statistiek.

Gedurende de eerste honderd jaar na Wargentins dood in 1785 gebeurde er op astronomisch gebied niet veel in Stockholm. Men hield zich nu vooral bezig met geodetisch werk en statistiek. Het instrumentarium bestond in die tijd uit een klein passage-instrument en een meridiaancirkel uit 1830 die na een renovatie nog tot in de jaren twintig van onze eeuw dienst deed. De geodetische periode werd afgesloten toen Hugo Gyldén, een Fins astronoom die voorheen observator was geweest aan de sterrenwacht van Pulkova bij Leningrad, als prefect benoemd werd. Net als zijn opvolger Karl Bohlin maakte hij zich het meest bekend als theoreticus op het gebied van de hemelmechanica en storingen in de planeetbanen. Het was tijdens Gyldéns periode dat in Europa juist de eerste pioniers bezig waren door te dringen in het nieuwe gebied van de astrofysica. Deze ontwikkeling vereiste een beter uitgerust instrumentarium. In 1875 wist Gyldén van de Zweedse Rijksdag een subsidie los te krijgen voor de aanschaf van een 23 cm refractor. Gyldén startte ook met het uitgeven van een publicatieserie van het observatorium: Astronomische waarnemingen en onderzoeken. De boekdelen van deze serie waren de eerste die zowel observaties met de al genoemde meridiaancirkel als wiskundige tabellen voor storingen in de planeetbanen bevatten. Bij het berekenen van deze tabellen werd Gyldén geassisteerd door drie medewerkers van naam: Backlund, Branting en Jädrin. Backlund werd naderhand hoofd van het observatorium in Pulkova, Hjalmar Branting werd zelfs premier en Jädrin tenslotte werd professor in de geodesie aan de Stockholmse TH.

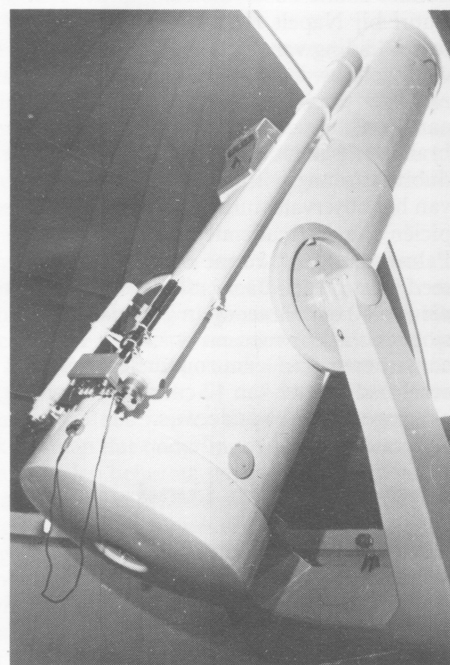


Fig. 3. De schmidt-telescoop van de sterrenwacht van Uppsala, op het landgoed Kvistaberg.

Verhuizing naar Saltsjöbaden

Door ruimtegebrek en door het almaar uitbreidende Stockholm werd de behoefte aan een nieuw observatorium op een gunstiger gelegen plaats steeds groter. Nadat Bohlin al in 1921 de Academie had aangeschreven met het voorstel tot de bouw van een nieuwe sterrenwacht, was het pas in 1926 voordat er vastomlijnde plannen op tafel kwamen. Als locatie verkoos men de badplaats Saltsjöbaden, 15 km ten oosten van Stockholm aan de mooie scherenkust gelegen. De bouw van het nieuwe observatorium werd voor een belangrijk deel gefinancierd door de bekende Wallenbergstichting in Stockholm, die (onafhankelijk van de overheid) een groot deel van het wetenschappelijk onderzoek in Zweden subsidieert. Men sloot enkele contracten af voor de levering van een dubbelrefractor, een spiegeltelescoop en een astrograaf. In maart 1931 vond uiteindelijk de verhuizing naar de nieuwe sterrenwacht plaats. Naderhand werd er nog een vleugel bij gebouwd voor de oude refractor en de spiegeltelescoop die nu beide worden aangewend in het onderwijs. Het huidige hoofdinstrumentarium bestaat uit een 50 cm dubbelrefractor (brandpuntsafstand 8,15 m), een 102 cm reflector (de grootste telescoop in Zweden), een 65/100/300 cm schmidttelescoop en een 40 cm f/5 astrograaf.

Ook in Stockholm stond onderzoek aan de Melkweg van het begin af aan centraal, vooral studies van het centrum en de directe omgeving van de zon. Verder bestudeert men hoofdzakelijk het interstellaire medium, sterevolutie, extragalactische stelsels en de zon. Ook hier wordt veelvuldig met ESO-materiaal gewerkt en er vindt tevens samenwerking plaats met de sterrenwachten in Leiden en Groningen. Het zonne-onderzoek vindt grotendeels plaats aan het Stockholmse zonne-observatorium op het eiland Capri bij Napels (Italië) dat hier destijds onder leiding van professor Yngve Öhman werd gebouwd. Belangrijkste instrumenten zijn hier een zonnespectograaf verbonden aan een horizontale telescoop met een brandpuntsafstand van twee meter, een dubbelcoronagraaf en een magnetograaf van het observatorium in Lund. Onder auspiciën van de Academie is inmiddels op La Palma een nieuw zonne-observatorium gereed gekomen en daar is sinds kort ook een nieuwe 60 cm telescoop in gebruik. In Saltsjöbaden zelf is men nu ook bezig met het construeren van een zonnetelescoop met een lensdiameter van 12 cm die zal worden aangewend in het onderwijs.

Astronomie in Lund

Lund kreeg in 1668 een universiteit, terwijl gelijkertijd ook het astronomie-onderwijs in deze Zuidzweedse stad begon. Hier werd Andreas Spole (1630-1699) de eerste professor in de astronomie in Zweden. Opmerkelijk genoeg schreef Spole enkele boeken waarin het heliocentrische wereldbeeld werd weerlegd. In 1753 werd ook in Lund een observatorium gesticht door Schalén en Nils Hansson. Samen met Stenmark, Charlier en Lundmark zijn dit belangrijke namen in de sterrenkundegeschiedenis van Lund. Het observatorium was klein en provisorisch en bevond zich in het huis van Spole dat echter tijdens de 'Slag bij Lund' in 1776 werd vernield. (Tijdens deze veldslag werd Zwedens zuidelijkste provincie, Skåne, definitief door Zweden op Denemarken heroverd na tal van Deense invasies in de voorgaande eeuwen.) Naderhand kreeg de sterrenwacht een kantoorgebouw en een bibliotheek waarin zich onder andere *Progymnasmata* van Tycho Brahe bevindt. Ondanks het gereed komen van een onderzoekslaboratorium in 1947 heeft de sterrenwacht een groot ruimtegebrek, wat blijkt uit het feit dat een groot deel van de collegezalen zijn ondergebracht in een gebouw behorend bij een kerk.

Door de ligging nabij het stadscentrum zijn de waarnemingsmogelijkheden aan de sterrenwacht verre van optimaal. Daarom was de bouw van een observatiestation op Jävan bij Björnstorp van grote betekenis. Het observatorium heeft er een 63 cm reflector (brandpuntsafstand 9 m), voorzien van foto-electrische apparatuur, en een kleine 35 cm reflector die vooral voor het onderwijs wordt gebruikt. In Lund zelf staan onder meer een zonnetelescoop die is opgebouwd uit delen van de oude refractor uit 1867 en gecompleteerd met moderne accessoires en een 18 cm Zeiss-astrograaf. Verder heeft de sterrenwacht een meetcentrum waarin zich een voor Scandinavië uniek meetapparaat voor foto-electrische platen bevindt. Het is een tweedimensionale micro-densimeter, bestuurd door een computer. Met de computer kan men snel een massa gegevens verzamelen die worden vastgelegd op een magnetische band, waarna verdere verwerking kan worden gedaan met een afzonderlijke computer. Zowel spectra als stervelden kunnen met dit geavanceerde apparaat worden bestudeerd en veel Scandinavische astronomen komen dan ook speciaal naar Lund om er hun platen te meten.

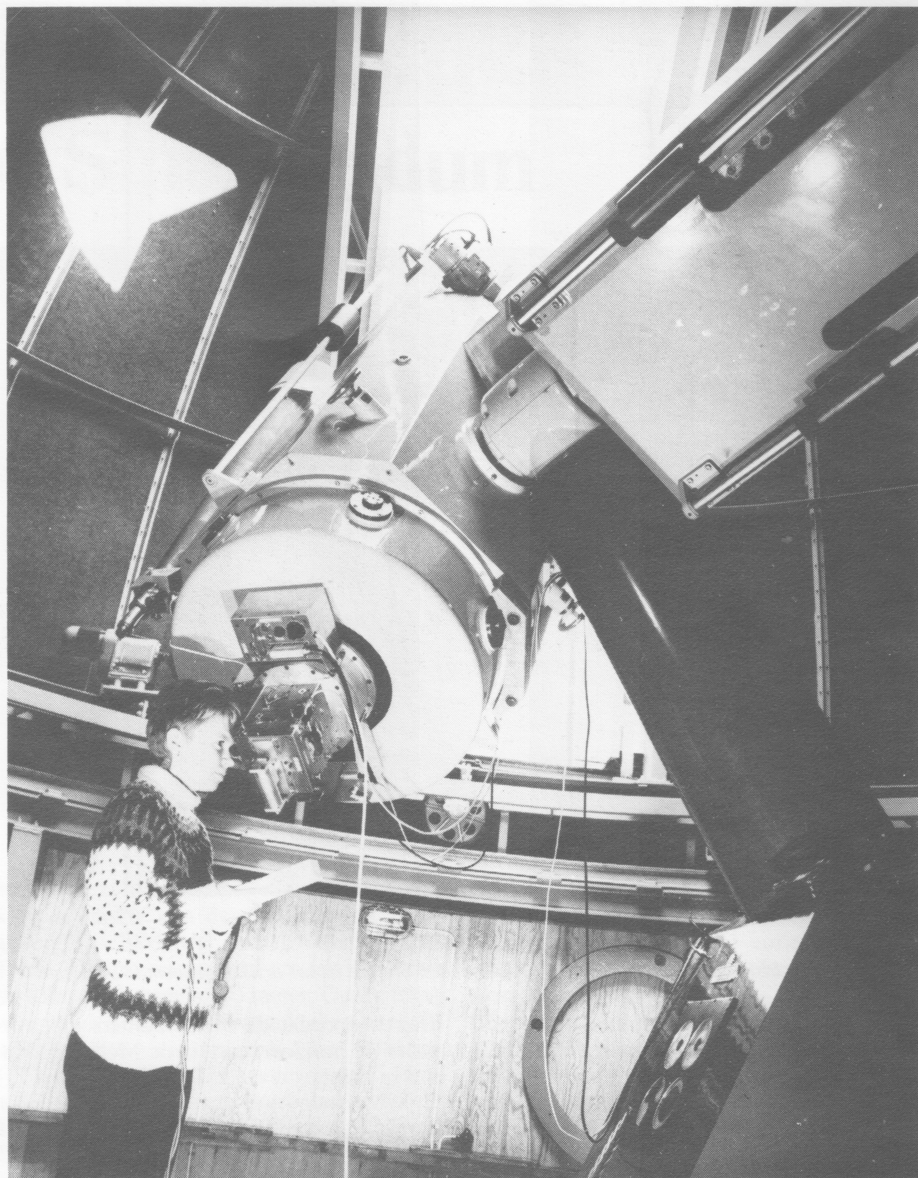


Fig. 4. Het hoofdinstrument van de Lundse sterrenwacht op Jävan, de 63 cm reflector. De waarneemster, Katrin Särg, stelt de foto-electrische fotometer in. De afgebeelde telescoop is identiek aan die van de Kapteyn-sterrenwacht in Roden; beide instrumenten zijn vervaardigd door de firma Rademakers. (Foto: Instituut voor astronomie, Lund.)

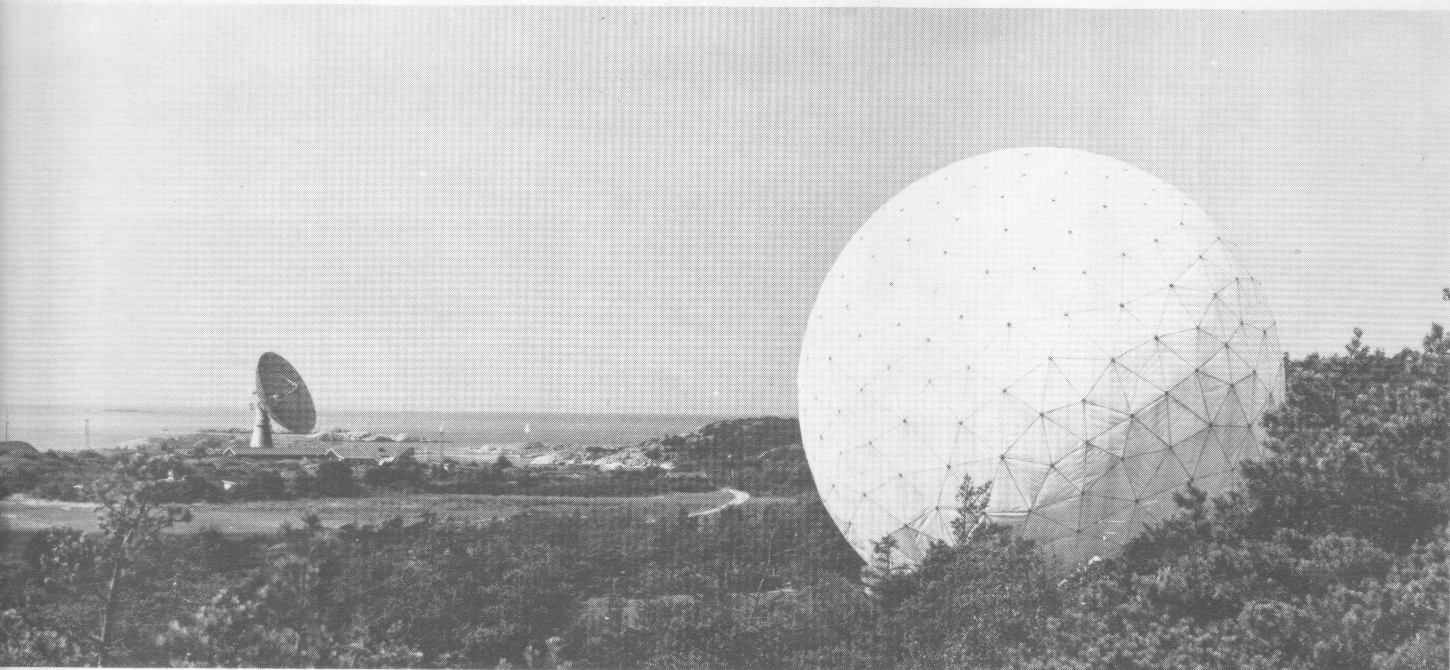


Fig. 5. Overzicht van OSO. Op de achtergrond is de 25,6 m telescoop voor micrometer golflengten te zien en op de voorgrond staat de zogenaamde radome met daarin de 20 m millimeter-telescoop. (Foto: OSO, Råö.)

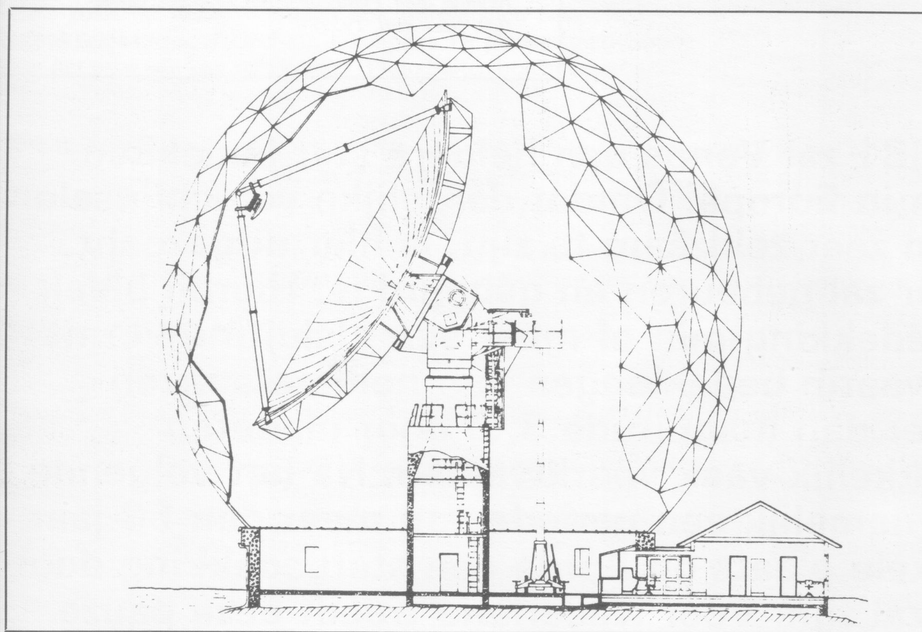


Fig. 6. Doorsnede van de montering van de 20 m telescoop. Het omhulsel heeft een diameter van ruim 30 m. Het is opgebouwd uit driehoekige aan elkaar bevestigde aluminium frames. (Uit: Onsala Space Obs. and its 20 m mm-wave telescope, gepubliceerd door de Information Office van de Chalmers TH in Göteborg.)

Naast het traditionele onderzoek van de Melkweg en extragalactische stelsels doet men in Lund veel aan meteoorstudies. Ook wordt hier de zon bestudeerd, maar sinds de Lundse zonnefysicus J. O. Stenflo professor aan het observatorium in Zürich is, wordt er op dit gebied niet zo veel meer gedaan. Wel hebben onderzoekers uit Lund deelgenomen aan een ruimteresearchproject aangaande zonnefysica en meteoroïden. In dit kader werden onder meer micro-meteoroïden met raketten onderzocht en werd onder leiding van professor Stenflo een zonne-experiment (polariteitsmetingen in UV-spectraallijnen) uitgevoerd aan boord van een Russische Interkosmos-satelliet. Sinds het eind van de jaren vijftig vinden er in samenwerking met het Råö Rymdobservatorium in Onsala elk jaar radarobservaties van meteoren plaats.

Radiosterrenkunde

Het Råö Rymdobservatorium (Onsala Space Observatory, OSO) is een radio-observatorium van internationaal formaat. De sterrenwacht is een onderdeel van het Research Laboratory of Electronics (RLE) van de Chalmers Technische Hogeschool in Göteborg, en dankt zijn ontstaan eigenlijk aan een aantal 7,5 m Würzburg-Riese-radarstations die door de Duitsers in Noorwegen waren achtergelaten. Eén van de Würzburgers werd later uitgerust met een paraboolantenne voor onderzoek aan de galactische 21 cm waterstoflijn. In 1962 ontving OSO een donatie van de Zweedse IJzerertsstichting voor de aanschaf van een volledig bestuurbare 25,6 m radiotelescoop. De telescoop is geschikt voor het werken op frequenties van 1 tot 8 GHz, wat voor die tijd behoorlijk hoog was.

OSO is één van de oudste en belangrijkste leden binnen het wereldomvattende VLBI-netwerk. (VLBI = Very Long Baseline Interferometry, zie Zenit 5, 1978, p. 190). Tijdens de eerste VLBI-metingen tussen de Verenigde Staten en Europa was de 25,6 m radiotelescoop de Europese basis, maar ook als enkelvoudig opererend instrument zijn met deze telescoop opmerkelijke wetenschappelijke resultaten geboekt. Zo ontdekte OSO voor het eerst de radio-emissie van interstellaire CH-radicalen, nadat daar met de grootste radiotelescopen ter wereld naar was gezocht, en loste men voor het eerst de hyperfijnstructuur van het interstellaire H_2CO op. Na de ontdekking van millimeterstraling van verscheidene interstellaire moleculen een aantal jaren geleden, groeide aan het observatorium de behoefte aan een nieuw instrument van behoorlijke omvang dat gebruikt kon worden op frequenties tot 115 à 150 GHz. Men kwam tot de aanschaf van een 20 m radiotelescoop. Het instrument heeft een zeer uitgebreid electronisch instrumentarium dat vooral door het RLE werd ontwikkeld. De telescoop is uitgerust met een waterstofmaserklok, de meest nauwkeurige atoomklok, die vooral gebruikt wordt voor het VLBI-werk op millimeter-golflengten; de atoomklok van het rubidiumtype van de 25,6 m telescoop is hier veel minder geschikt voor. Op 21 mei 1976 werd de 20 m telescoop in gebruik genomen en OSO bezit hiermee de grootste radiotelescoop in zijn soort ter wereld.

Tot slot moet nog opgemerkt worden dat Zweden al sinds enkele maanden bezig is met de bouw van zijn eerste wetenschappelijke kunstmaan, de Viking. Deze satelliet, die met de Ariane gelanceerd zal worden, is bedoeld voor poollichtonderzoek.

STERBEDEKKINGEN DOOR PLANETEN



Opname, genomen kort voor de bedekking van Regulus door Venus op 7 juli 1959 (O. Gingerich, S&T sept. 1959).

Op 17 november 1981 zal Venus een heldere ster bedekken, en dit zal zichtbaar zijn in Europa. Omdat dergelijke verschijnselen de reputatie hebben zeer zeldzaam te zijn, is hier uitgezocht wanneer dit nog meer zal gebeuren en gebeurd is. Hierbij bleek dat de aanstaande bedekking min of meer een afsluiting vormt van een periode waarin bedekkingen van heldere sterren (d.w.z. helderder dan magnitude 3,5) door planeten toevalligerwijze betrekkelijk vaak voorkwamen. Na het volgende geval, in 1984, volgt namelijk een periode van meer dan 50 jaar waarin vanaf geen enkele plaats op Aarde een sterbedekking door een planeet te zien zal zijn. Voor Nederland treedt deze pauze al met ingang van 17 november a.s op en zij zal tot na 2100 duren.

G. P. Können en J. van Maanen

Het onderzoek van planeten door middel van sterbedekkingen behoort tot een tak van de klassieke sterrenkunde die tot op de dag van vandaag in de belangstelling staat. Als zich zo'n bedekking voordoet kan men uit het helderheidsverloop bij het begin en einde ervan, en uit de tijdsduur van de bedekking, allerlei informatie over de planeet verkrijgen die men anders maar moeilijk aan de weet komt. Zo verschaft een nauwkeurige waarneming van de tijdsduur informatie over de diameter en de positie van de planeet, terwijl men uit de verzwakking van het sterlicht inzicht kan krijgen in de opbouw van de planetaire atmosfeer. Het is natuurlijk wel zo, dat planeten die reeds door ruimtevaartuigen bezocht zijn zo goed bekend zijn, dat sterbedekkingen hier nauwelijks iets aan kunnen toevoegen. Er blijven echter altijd nog genoeg planeten over waarbij dit anders ligt. Vooral bij de verre buitenplaneten kijkt men dus altijd weer reikhalzend naar de volgende bedekking uit.

Onverwachte waarnemingsresultaten

In de afgelopen jaren zijn er in een aantal gevallen heldere sterren door planeten bedekt. Het meest vers in het geheugen liggen hierbij de Venus-Regulusbedekking van 1959, de Jupiter-β Sco bedekking van 1971 en de Mars-ϵ Gem bedekking van 1976. Maar inmiddels zijn er ook een aantal bedekkingen van zwakkere sterren waargenomen. Bij dit alles is gebleken dat deze verschijnselen soms zeer merkwaardige en onverwachte resultaten kunnen opleveren. Zo werd tijdens de Mars-ϵ Gem bedekking in 1976 ontdekt dat de Mars-atmosfeer een sterke optische lenswerking vertoont, waardoor deze sterk oplicht als de ster, de planeet en de waarnemer zich precies op één lijn bevinden. Men zag dus in het midden van de centrale bedekking een plotselinge helderheidstoename, die door de ontdekkers de 'central flash' werd gedoopt. Spectaculairder nog

waren evenwel de uitkomsten van een bedekking van een zwakke ster door Uranus in 1977, waarbij het bestaan van zijn ringenstelsel aan het licht kwam. Inmiddels is zelfs het Pluto-Charon systeem door middel van een sterbedekking onderzocht, waaruit al weer blijkt dat deze vorm van klassieke sterrenkunde nog steeds springlevend is.
Hoe helderder de ster, des te aantrekkelijker is de bedekking. Als een ster flink helder is kunnen bovendien amateurs van het schouwspel genieten, zoals op 17 november a.s. Het leek ons daarom de moeite waard eens uit te zoeken wanneer de volgende en vorige bedekkingen van heldere sterren door planeten gebeuren; hierbij zijn – met behulp van de computer – alle sterren onder de loep genomen die helderder zijn dan magnitude 3,5. Er blijken 22 van deze sterren te zijn die door planeten bedekt kunnen worden; voor deze sterren is de periode 1900-2100 onderzocht. Drie van deze sterren zijn van de eerste grootte, te weten Regulus, Spica en Antares. Voor deze sterren is een veel langere periode (1000-3000) in beschouwing genomen, om zo een idee te krijgen van de omstandigheden van, en de kansen op dit soort sterbedekkingen. Behalve in dit artikel, zijn de resulaten in een enigszins andere vorm gepubliceerd in het februarinummer (1981) van het *Journal of the British Astronomical Association.*

Welke sterren komen in aanmerking?

Juist zoals de Maan bevinden ook de planeten zich altijd op betrekkelijk kleine afstand van de ecliptica. De planeet die zich hier nog het verst van kan verwijderen (Pluto buiten beschouwing gelaten) is Venus: onder gunstige omstandigheden kan hij een breedte van +8,6° of −8,6° bereiken. Dit betekent dus dat alle sterren die zich dichter bij de ecliptica bevinden kandidaten kunnen zijn voor sterbedekkingen. Totaal blijken er 32 van deze sterren te zijn die helderder zijn dan magnitude 3,5. Vijf hiervan zijn van de eerste grootte (Aldebaran, Pollux, Regulus, Spica en Antares); drie zijn van de tweede grootte (β Tau, γ Gem en σ Sgr) en de rest is dus van de derde grootte. Toch kunnen lang niet al deze sterren ook werkelijk door planeten bedekt worden. De reden hiervoor is, dat bijvoorbeeld Venus alleen onder zeer bijzondere omstandigheden ver van de ecliptica kan komen, namelijk alleen nabij zijn benedenconjunctie met de zon, en deze moet dan ergens in maart of september plaatsvinden. Onder alle andere omstandigheden staat de planeet dichter bij de ecliptica. In feite bestaat er dus voor iedere planeet een band aan de hemel waar hij nooit buiten komt; de breedte van deze band wisselt van plaats tot plaats. Voor binnenplaneten geldt dat de gehele ecliptica zich in deze band bevindt, en de planeet dus de ecliptica op iedere plaats kan snijden. Bij buitenplaneten is dit niet het geval en zijn er stukken van de ecliptica waar de planeet nooit doorheen kan gaan.

In tabel 1 zijn alle sterren helderder dan magnitude 3,5 opgenomen die door de heldere planeten bedekt kunnen worden. Er blijven er dus maar 22 over, waarvan er drie van de eerste grootte zijn en één van de tweede grootte is. De binnenplaneten kunnen de meeste sterren bedekken; bij de buitenplaneten zijn het er duidelijk minder. Als men deze tabel zou uitbreiden tot Uranus en Neptunus, dan blijkt er nog maar één combinatie bij te komen, namelijk Uranus-αLib. Neptunus kan dus helemaal geen heldere sterren bedekken. Nu is het wel zo dat de lijst van te bedekken sterren zich langzaam wijzigt in de tijd. Dit vindt zijn oorzaak in de langzame veranderingen van de elementen van de planeetbanen, en in de eigenbewegingen van de sterren. Zo is bijvoorbeeld de combinatie Mercurius-ϵ Gem slechts mogelijk tot 1980, en daarna gedurende zo'n 20.000 jaar niet meer. Anderzijds zal over twee of drie eeuwen de combinatie Neptunus-Regulus aan de lijst toegevoegd moeten worden, terwijl rond 2500 hetzelfde gebeurt met de combinatie Venus-φ Sgr.

Bedekkingsomstandigheden

Voor iedere planeet-ster combinatie bestaan er slechts twee lijnen die door de ster gaan en zowel de baan van de aarde als die van de planeet snijden; in dit artikel noemen wij deze lijnen de *knopen* voor bedekkingen. Alleen als zowel de Aarde als de planeet zich dicht bij zo'n knoop bevindt kan er een bedekking plaatsvinden. Dit betekent dat de bedekkingsomstandigheden aan een bepaalde knoop vrijwel vastleggen, omdat zowel de positie van de Aarde als die van de planeet hierbij vaststaat. Zo gebeurt een bedekking bij een bepaalde knoop altijd rond dezelfde datum en op een gegeven afstand tot de zon, terwijl de fase en de schijnbare diameter van de planeet altijd hetzelfde zijn. Tevens ligt de bewegingsrichting van de planeet tussen de sterren vast. Aan de andere knoop liggen deze omstandigheden eveneens vast, maar zij verschillen doorgaans geheel van die bij de eerstgenoemde knoop. Deze bedekkingsomstandigheden worden slechts beïnvloed door de baanveranderingen van de planeten en door de eigenbewegingen van de sterren; zij veranderen dus maar zeer langzaam in de tijd. Alleen de datums verlopen wat sneller (ca één dag per eeuw) ten gevolge van de precessie van de Aarde, en zij vertonen natuurlijk een sprong bij de overgang van de Juliaanse naar de Gregoriaanse kalender. Verder is het zo dat de planeet aan de ene knoop een noordwaartse, en aan de andere knoop een zuidwaarste bewegingscomponent heeft. Om deze te onderscheiden noemen wij deze respectievelijk de *stijgende* en de *dalende* knoop.

Tabel 1

ster	magnitude	Merc.	Venus	Mars	Jup.	Sat.
η Tau	3.0	−	+	−	−	−
ζ Tau	3.0	+	+	−	−	−
η Gem	3.2-4.0	+	+	−	−	+
μ Gem	3.2	+	+	−	−	+
ϵ Gem	3.2	(+)	+	+	−	−
α Leo	1.3	+	+	−	−	−
γ Vir	2.9	−	−	+	−	−
α Vir	1.2	+	+	−	−	−
α Lib	2.9	+	+	+	−	−
π Sco	3.0	−	+	−	−	
δ Sco	2.5	+	+	+	−	−
β Sco	2.9	+	+	+	+	−
σ Sco	3.1	−	+	−	−	−
α Sco	1.2	−	+	−	−	−
θ Oph	3.4	+	+	+	−	−
λ Sgr	2.9	+	+	+	−	−
φ Sgr	3.3	−	−	+	−	−
σ Sgr	2.1	−	+	+	−	−
τ Sgr	3.4	−	−	+	−	−
π Sgr	3.0	+	+	−	−	−
β Cap	3.2	−	+	−	−	−
δ Cap	3.0	−	−	+	−	−

Tabel 1. Lijst van sterren helderder dan magnitude 3,5 waarvoor sterbedekkingen kunnen optreden. Plustekens geven aan voor welke planeten deze mogelijkheid bestaat. Mercurius kan ϵ Gem alleen maar vóór 1980 bedekken; dit is aangegeven met (+).

Tijdsduur van bedekkingen

Het is gemakkelijk in te zien dat de tijdsduur van een sterbedekking door een planeet van geval tot geval sterk kan verschillen. In tegenstelling tot bij de Maan, waarbij de schijnbare diameter en de bewegingssnelheid min of meer onveranderlijk zijn, kunnen deze twee grootheden bij planeten soms enorm variëren. Zo is de schijnbare diameter van Venus bij een benedenconjunctie niet minder dan zes keer zo groot als bij zijn bovenconjunctie, terwijl zijn snelheid tussen de sterren in het eerste geval twee keer zo klein is (de planeet beweegt zich dan teruglopend). Een bedekking bij een benedenconjunctie duurt dus gemiddeld ongeveer twaalf keer zo lang als bij een bovenconjunctie; is de planeet nabij zijn stationaire punt, dan kan deze tijdsduur zelfs nog veel groter zijn.
In het grote scala van mogelijkheden dat aldus ontstaat zit echter toch een verrassende systematiek. Men kan namelijk aantonen dat bij een gegeven planeet-ster combinatie de gemiddelde tijd dat de ster schuil gaat achter de planeet (uitgedrukt in bijv. minuten per eeuw), voor *beide* knopen hetzelfde moet zijn. Als dus aan de ene knoop de gemiddelde tijdsduur van een bedekking twee keer zo kort is als aan de andere knoop, gebeuren er aan de eerstgenoemde knoop gemiddeld twee keer zoveel bedekkingen! Voor de Venus-

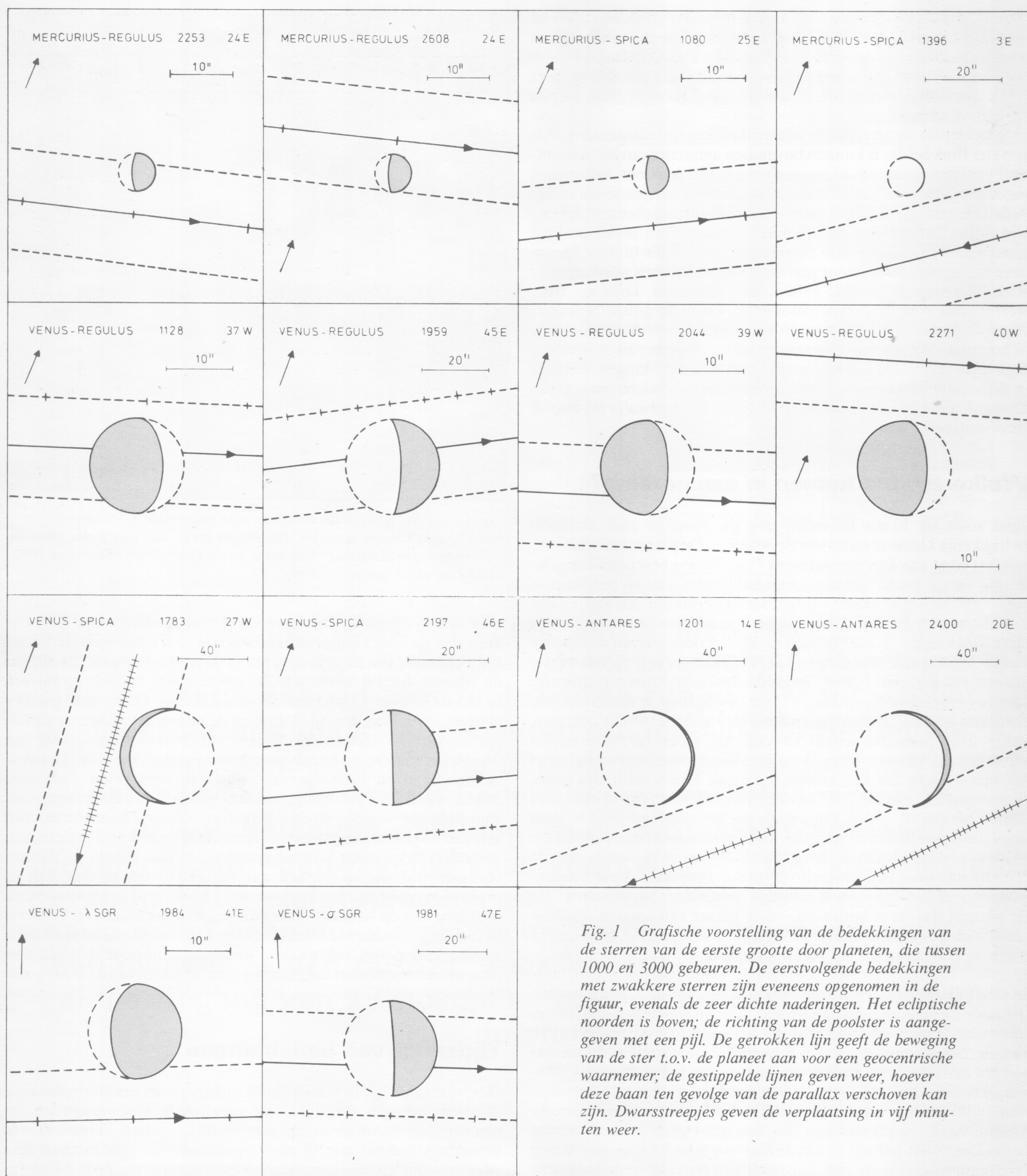


Fig. 1 Grafische voorstelling van de bedekkingen van de sterren van de eerste grootte door planeten, die tussen 1000 en 3000 gebeuren. De eerstvolgende bedekkingen met zwakkere sterren zijn eveneens opgenomen in de figuur, evenals de zeer dichte naderingen. Het ecliptische noorden is boven; de richting van de poolster is aangegeven met een pijl. De getrokken lijn geeft de beweging van de ster t.o.v. de planeet aan voor een geocentrische waarnemer; de gestippelde lijnen geven weer, hoever deze baan ten gevolge van de parallax verschoven kan zijn. Dwarsstreepjes geven de verplaatsing in vijf minuten weer.

Regulus combinatie kan men uit fig. 1 aflezen dat een centrale bedekking aan de ene knoop 5 minuten duurt, en aan de ander knoop ongeveer 14 minuten, terwijl de gemiddelde kans op zo'n bedekking resp. één in de 700 jaar en één in de 2100 jaar is.

Een systematiek als deze komt men overigens wel meer tegen, zoals bijvoorbeeld op een snelweg waar het in beide rijrichtingen even druk is. Als men hier goed oplet, dan zal men op een bepaald traject opmerken dat de totale tijdsduur dat men een stuk auto precies terzijde van zich ziet exact gelijk is voor de meeliggers en voor de tegenliggers: deze totale tijdsduur hangt namelijk alleen af van de drukte op de rijbanen. Alleen is bij tegenliggers deze tijdsduur verdeeld over een *groot* aantal *kort*durende passages, en bij meeliggers over een veel *kleiner* aantal passages die aanzienlijk *langer* duren. Inderdaad is dus ook hier het aantal passages dat men ervaart omgekeerd evenredig met de tijdsduur per geval. Bij sterbedekkingen door planeten ziet men precies hetzelfde gebeuren, omdat de kans dat de ster bedekt is niet afhangt van de baansnelheden van de planeten, maar alleen van hun baanelementen. Dit leidt dan tot het bovenstaande regeltje, en dus tot een zekere systematiek in sterbedekkingen.

Bedekkingen van sterren van de eerste grootte

In figuur 1 zijn alle bedekkingen van de sterren van de eerste

grootte afgebeeld die wij tussen de jaren 1000 en 3000 gevonden hebben. Hierbij zijn ook enkele bijna-bedekkingen aangegeven, omdat binnen de nauwkeurigheid van de gebruikte formules niet altijd uitgesloten kan worden dat er toch een bedekking heeft plaatsgevonden. De getrokken lijnen in de afbeeldingen geven de baan van de ster weer ten opzichte van de planeet voor een geocentrische waarnemer (d.w.z. in het middelpunt van de aarde); de gestippelde lijnen geven de maximale verplaatsing van deze baan ten gevolge van de parallax aan. Op de lijnen is door dwarsstreepjes de verplaatsing in 5 minuten weergegeven; met ziet hieruit in één oogopslag dat de bedekkingsduur enorm kan variëren. In de figuur zijn ook de eerstvolgende bedekkingen met zwakkere sterren opgenomen; deze worden verderop besproken. In de nu volgende bespreking van de bedekkingen van de heldere sterren worden eveneens alle nauwe conjuncties (afstand kleiner dan 3 boogminuten) tot het jaar 2010 genoemd.

Mercurius - Regulus. Twee bedekkingen, beide bij de klimmende knoop, op 1 aug 2253 en op 6 aug 2608. Bedekkingen aan de andere knoop zouden rond 11 sep moeten gebeuren op 18° ten westen van de zon. Op 29 juli 1990 en 10 sep 2004 nadert de planeet tot resp. 2′ en 3′ van de ster.
Mercurius - Spica. Eveneens twee gevallen, voor iedere knoop één. Het geval op 27 sep 1396 is eigenlijk een misser; deze gebeurde vlak voor een benedenconjunctie met de zon, op slechts enkele graden er vandaan. Het andere geval gebeurde op 9 sep 1080. Tot 2010 nadert Mercurius nooit tot op 3′ van de ster; de nauwste conjunctie (5′) gebeurt op 22 sep 2007 bij de dalende knoop.
Venus - Regulus. Vier gevallen, waarvan één net mis is. Volgens andere berekeningen zal deze conjunctie echter toch tot een bedekking leiden, die dan vanuit een klein gebied op het zuidelijk halfrond te zien is. De datums van deze bedekkingen zijn resp. 11 sep 1128, 7 jul 1959, 1 okt 2044 en 6 okt 2271, waarbij de laatste dus het dubieuze geval is. De bedekking in 1959 is vanuit veel plaatsen in Europa en Amerika waargenomen. De dichtste nadering in de komende tijd (tot 2010) zal op 3 okt 2004 plaatsvinden (9′). Acht jaar later komt de planeet echter nog dichter bij de ster, en dit gaat zo door tot de volgende bedekking na 5 maal 8 jaar in 2044 volgt.

Venus - Spica. Twee gevallen, voor iedere knoop één. Die op 10 nov 1783 was zichtbaar vanaf de oostkust van Amerika, maar is (voor zover wij weten) door niemand gezien. Deze bedekking was wel zeer uitzonderlijk, omdat Venus bijna stationair was in lengte. Een bedekking aan deze knoop duurt ongeveer negen keer zo lang als aan de andere knoop: maximaal 1½ uur tegen 10 minuten. De volgende bedekking zal op 2 sep 2197 plaatsvinden. In de naaste toekomst zal Venus altijd ver van Spica verwijderd blijven.
Venus - Antares. Eén geval op 17 nov 2400 en een zeer dichte nadering op 30 okt 1201, waarvoor alweer geldt dat het best mogelijk is dat hier toch een bedekking is gebeurd. Beide gevallen gebeuren aan de klimmende knoop, en Venus beweegt hier teruglopend. Merk op dat Venus zich na 1200 jaar iets anders ten opzichte van de ster beweegt, en zich klaarblijkelijk dichter bij zijn stationaire punt bevindt. Dit is het gevolg van de langzame veranderingen in de baanelementen van de planeten. Doordat Venus zich hier nogal dicht bij de Aarde bevindt zijn de omstandigheden voor bedekkingen vrij gevoelig voor dit soort veranderingen. De andere knoop zou bedekkingen rond 17 okt moeten opleveren, op 44° ten oosten van de zon; hier is Venus rechtlopend. De kans op bedekkingen aan deze knoop is veel groter, maar in het onderzochte tijdsinterval treedt er toch geen enkele op. Voorlopig gebeurt er ook geen nauwe conjunctie: tot 2010 blijft Venus ver van Antares verwijderd.

De andere sterren

In tabel 2 zijn alle bedekkingen opgenomen van sterren die helderder zijn dan magnitude 3,5 voor de periode 1900-2100.
Enkele opmerkingen:

Venus - β Sco 1906. Vanuit Nieuw Zeeland en Australië zijn enkele pogingen ondernomen om deze bedekking te zien, maar deze zijn alle mislukt door de bewolking.

Tabel 2

	Datum	tijd (ET)	elongatie
Venus – β Sco	9.12.1906	18h	15W
Venus – η Gem	27.07.1910	3h	31W
Merc. – ε Gem	10.06.1940	2h	20E
Venus – α Lib	25.10.1947	2h	14E
Merc. – ε Gem	11.06.1953	11h	19E
Venus – α Leo	7.07.1959	14h	45E
Jup – β Sco	13.05.1971	19h	170W
Mars – ε Gem	8.04.1976	1h	81E
Venus – σ Sgr	17.11.1981	16h	47E
Venus – λ Sgr	19.11.1984	2h	39E
Venus – π Sgr	17.02.2035	15h	42W
Venus – α Leo	1.10.2044	22h	39W
Merc. – α Lib	10.11.2052	7h	3W
Mars – θ Oph	3.10.2078	22h	71E

Tabel 2. Lijst van alle sterbedekkingen door planeten die tussen 1900-2100 gevonden zijn, waarbij alleen maar sterren in beschouwing zijn genomen die helderder zijn dan magnitude 3,5.

Mercurius - ε Gem 1953. Deze bedekking is op klaarlichte dag met een 1 m telescoop vanuit Zuid Afrika waargenomen. Het is de enige sterbedekking door Mercurius die tot nu toe is gezien; doordat de planeet zich altijd zo dicht bij de zon bevindt is dit ook zeer moeilijk. Het bedekkingsgeval in 1953 was overigens de laatste gelegenheid om ε Gem achter Mercurius te zien verdwijnen: na 1980 bestaat er zelfs geen enkele configuratie van de Aarde en Mercurius meer waarbij deze ster zich achter de laatstgenoemde bevindt.
Jupiter - β Sco 1971. Deze bedekking is vanaf vele plaatsen waargenomen, maar was niet in Nederland zichtbaar. Beide componenten van deze dubbelster werden door Jupiter bedekt, terwijl de zwakste (magnitude 5) bij dezelfde gelegenheid door Io werd bedekt. Naar wij hebben horen verluiden was dit overigens niet de eerste keer dat er een sterbedekking door een Jupitermaan is gezien; eerder schijnt er een sterbedekking door Ganymedes te hebben plaatsgevonden.
Mars - ε Gem 1976. Dit verschijnsel was onder andere in de Verenigde Staten zichtbaar en is daar op grote schaal waargenomen. Tijdens deze bedekking werd de eerder vermelde 'central flash' voor het eerst gezien en geregistreerd.
Venus - σ Sgr 1981. Zie de Sterrengids 1981.
Venus - λ Sgr 1984. Dit laatste geval van de 20e eeuw zal in een klein gedeelte van Noord Amerika zichtbaar zijn.

In de 21e eeuw zullen er slechts vier sterbedekkingen door planeten optreden, waarvan er één zo dicht bij de zon gebeurt dat hij niet waarneembaar zal zijn. Geen van deze vier is vanuit Nederland zichtbaar. Al met al is de situatie dus voor de komende 120 jaar veel ongunstiger dan zij in de afgelopen 80 jaar is geweest. Dit zal zeker een goede reden zijn de komende σ Sgr-bedekking door Venus met extra aandacht te beschouwen.

Tot slot is het misschien interessant een kort woord te wijden aan een vergelijkbaar verschijnsel, namelijk een bedekking van een planeet door een andere planeet. Tot nu toe is een dergelijke onderlinge planeetbedekking slechts éénmaal waargenomen, namelijk in 1737 door John Bevis in Engeland. Het betrof hier een bedekking van Mercurius door Venus, en zelfs deze waarneming was onvolledig: de in- en uittrede werden door bewolking gemist. Lang heeft de indruk bestaan dat onderlinge planeetbedekkingen tot de extreme zeldzaamheden behoren, maar dit blijkt bij nadere beschouwing niet waar te zijn. Gemiddeld moet er namelijk eens in de veertig jaar zoiets gebeuren tussen twee van de heldere planeten, terwijl een bedekking van een ster van de eerste grootte door een planeet gemiddeld maar eens in de 200 jaar moet optreden. Toevalligerwijze leven wij echter thans in een periode waarin er geen enkele onderlinge planeetbedekking optreedt: na het laatste geval in 1818 (dat dus door niemand is gezien) duurt het tot 2065 voor er weer eentje zal plaatsvinden. Waarschijnlijk heeft deze lange pauze ervoor gezorgd dat onderlinge planeetbedekkingen ten onrechte hun reputatie van grote zeldzaamheid hebben opgelopen.

Copernicus en Sinus Iridum

Deze twee gebieden op de maan werden getekend door Leo Aerts uit waarnemingen die hij deed met zijn 10 cm f/15 refractor in september 1980.

Copernicus (fig. 1), de Monarch van de maan, is gelegen aan de noordelijke rand van de Mare Imbrium. Als centrum van een opvallend stralenstelsel is hij al zichtbaar met het blote oog. De diameter van deze maankrater bedraagt 90 km. Opvallend zijn de terrasvormige binnenwanden, waarvan de bovenste wandkam een gemiddelde hoogte heeft van 3.000 meter, met als hoogste pieken op de westwand 3.435 meter en op de oostwand 3.325 meter. De diameter van de binnenbodem van deze maankrater is 65 km. Centraal hierin vinden we een drietal berggroepen, waarvan de hoogste toppen een hoogte van 700 meter bereiken. De noordelijke helft van de binnenbodem is tamelijk egaal in tegenstelling tot de zuidelijke helft van de binnenbodem, die oneffenheden vertoont in de vorm van heuvels en heuvelruggen. De buitenwanden van Copernicus hebben een kleinere helling dan de binnenwanden. De omgeving is doorploegd met gleuven, valleien en kraterputjes (tekening gemaakt op 3 september van $3^h 30^m$ tot $4^h 30^m$; vergroting 166 en 214 maal).



Fig. 3

Sinus Iridum, of de Regenboogbaai (fig. 2), vinden we op het maanoppervlak terug als een halfronde vlakte in Mare Imbrium, gelegen tussen Prom. Heraklides (hoogte 1.200 meter) en Prom. Laplace (hoogte 2.800 meter ten opzichte van de Regenboogbaai). Deze boogvormige en donker gekleurde vlakte aan de voet van het Juragebergte is helderder in het westelijk deel ervan. Het niveauverschil ten opzichte van de Mare Imbrium is 700 meter. Op de tekening vinden we nog diverse kraters met als opvallendste exemplaren Le Verrier (17 km) en Helicon (21 km) evenals C. Herschel (13 km). Kleinere exemplaren zijn de kraters C. Herschel C, Laplace A, Helicon B, Laplace F, Carlini en Carlini A. De Montes Recti vinden we terug nabij de maanterminator (tekening gemaakt op 4 september van 3^h tot 4^h; vergroting 214 maal).

Men kan zich een beeld vormen van de gedetailleerdheid van de tekeningen wanneer men die van Copernicus vergelijkt met de op hetzelfde moment gemaakte foto van deze maankrater (fig. 3). De opname werd gemaakt door Dany Cardoen met zijn 40 cm reflector op SO 115 film bij een belichtingstijd van 1/4 seconde. Het blijkt dat de tekening met de 10 cm kijker zeker niet onderdoet voor de foto met de 40 cm kijker!

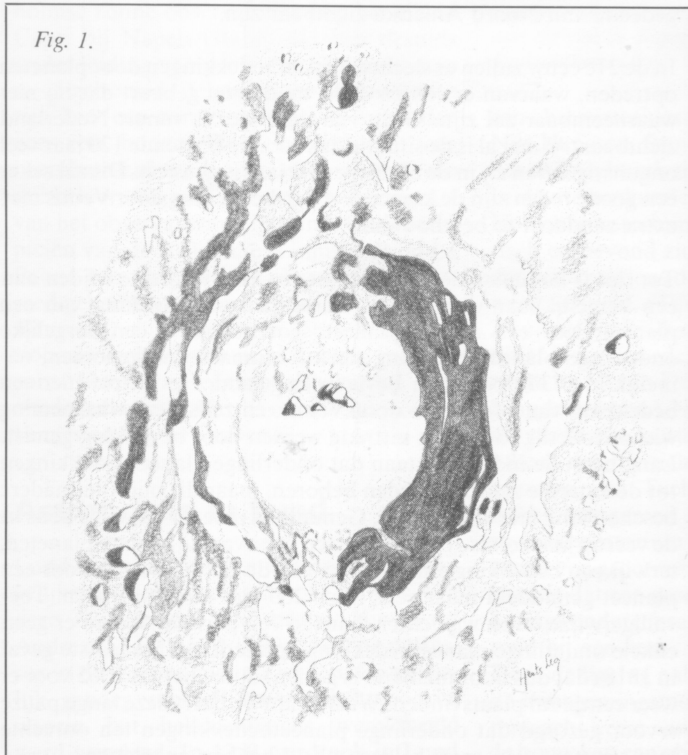


Fig. 1.

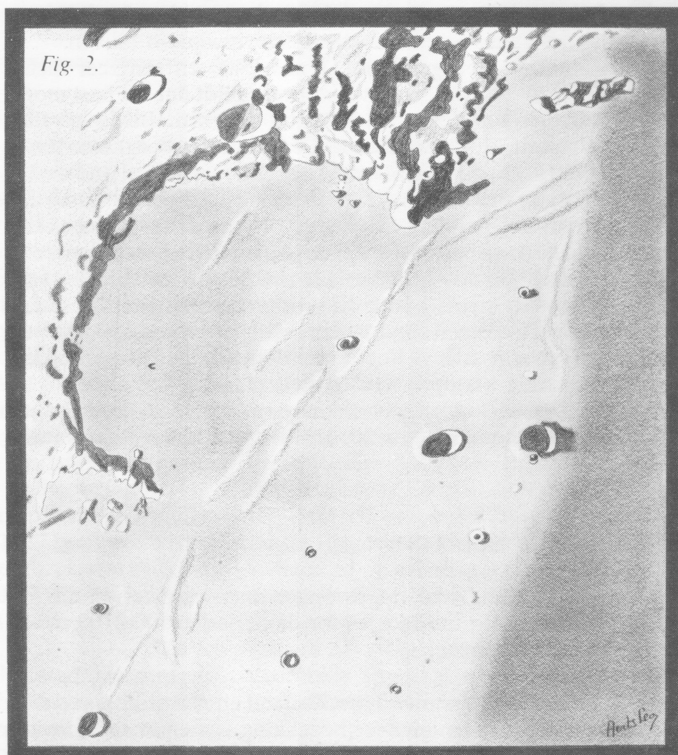


Fig. 2.

De maan 'verbergt' zich

In Nederland en België gebeurt het niet vaak dat we de maan tot aan de horizon kunnen volgen. In Zwitserland zijn de omstandigheden aanmerkelijk gunstiger. Niet alleen is de atmosfeer transparanter, maar (veel belangrijker) de natuurlijke horizon bevindt zich doorgaans op een kleinere zenitafstand.

Deze drie opnamen van de ondergaande maan zijn door Frans Cornelis begin december 1980 te Ausserbinn in Zwitserland gemaakt. De foto's zijn gemaakt in het primaire brandpunt van een GOTO 10 cm f/16 refractor. Er werd ca. 1/30 seconde belicht op Kodak Ektrachrome (27 DIN).

Het is wel een heel ongewoon gezicht om de zichtbare maanschijf aan de ene kant begrensd te zien door de wat vage terminator en aan de andere kant door het scherpe profiel van een aards gebergte!







Sonne: tijdschrift voor amateurzonnewaarnemers

Het waarnemen van de zon door amateurs gebeurt in België en Nederland nog vrij onregelmatig. De situatie is anders bij onze oosterburen: in Duitsland zijn er veel actieve zonnewaarnemers. Hun resultaten en waarnemingsprojecten worden regelmatig gepubliceerd in het tijdschrift '*Sonne*', dat werd opgericht in 1977. Het tijdschrift heeft nu reeds meer dan 500 lezers. Het verschijnt viermaal per jaar en bevat telkens meer dan veertig pagina's. Op deze manier wordt het contact tussen de verschillende zonnewaarnemers levendig gehouden. *Sonne* verschijnt in het Duits, maar bevat soms ook Engels- of Franstalige artikelen.

In het tijdschrift verschijnen in de eerste plaats de zonnevlekkengetallen zoals bepaald door een vijftigtal waarnemers, verspreid over de hele aarde. Daarnaast worden er allerlei originele waarnemingsprojecten in het tijdschrift beschreven. We noemen enkele voorbeelden.

Met behulp van foto's en microscopen worden zeer precies posities van zonnevlekken bepaald (tot 0,3° nauwkeurig). De bedoeling hiervan is de beweging van individuele zonnevlekken na te gaan. Een ander project bestudeert de evolutie van fotosferische bruggen: gebieden van fotosferisch materiaal die een zonnevlek in twee of meerdere delen splitsen. Men wil een eventueel verband nagaan tussen het optreden van fotosferische bruggen en het verdwijnen van zonnevlekken.

Door A. Seeck en A. Hinrichs (Bremen) werd een computerprogramma geschreven waarmee de diepte van de umbra van een zonnevlek bepaald kan worden uit metingen van het wilsoneffect (het effect waardoor zonnevlekken er als een kuiltje uitzien wanneer ze zich aan de rand van de zon bevinden. Daarnaast zijn er nog projecten rond een alternatief zonnevlekkengetal, het fotografisch bestuderen van jonge zonnevlekken, het waarnemen van zonnefakkels enzovoort.

Voor meer informatie over deze projecten of over het tijdschrift 'Sonne' kan men terecht bij onderstaand adres.

Sonne
c/o Dr. Rainer Beck
Volkssternwarte Bonn e.V.
Poppelsdorfer Allee 47
D-5300 Bonn 1
West Duitsland

Ballontocht rond de wereld

In de lente van 1981 zal op een nader te bepalen datum de grootste bemande ballon aller tijden de aarde verlaten om de eerste poging van de mens te realiseren zonder tussenlanding rond de aarde te vliegen in een toestel dat lichter is dan lucht. De vierkoppige bemanning van de ballon hoopt de afstand van 30 000 km in 20 dagen af te leggen door in winden van de stratosfeer te vliegen op een hoogte van 11 km met een snelheid van 160 km/h.

In veel opzichten is het ontwerp van de ballon uniek te noemen. Een cabine waarin de normale luchtdruk wordt gecreëerd, en die met alle levensbehoeften voor de bemanning is uitgerust, zal opgehangen worden aan een omhulsel met afzonderlijke compartimenten voor helium en warme lucht. Veel van het materiaal en de onderdelen die gebruikt zullen worden, zijn gebaseerd op de jongste technieken ontwikkeld door ICI, één van de grootste chemische maatschappijen ter wereld. De naam van de ballon, die door ICI gesponsord wordt, is 'Innovation'.

Op de foto zien we twee proefballonnen van ICI boven het met sneeuw bedekte landschap aan de voet van de Rocky Mountains (Denver). De ballonnen worden met helium gevuld aan de vooravond van een trainingsvlucht voor de eerste poging om een ballonvlucht rond de aarde te volbrengen. De ballon op de voorgrond is een testtype van de ballon, die deze vlucht zal maken. Het testtype meet slechts één vijftigste deel van de 'Innovation', die 65 meter hoog is.

(BZ/ICI Press Bulletin, 15.12.1980)



ENKELE ONGEWONE HALOWAARNEMINGEN

In het najaar van 1980 zijn door de waarnemers van de werkgroep Weeramateurs op een groot aantal dagen haloverschijnselen waargenomen. Het vaker voorkomen van halo's viel des te meer op, omdat de voorgaande periode in dit opzicht een schraal beeld te zien gaf. Onder de waarnemingen bevinden zich verscheidene verschijnselen die in de literatuur als zeldzaam te boek staan. In het bijzonder springen de waarnemingen van 9 september en 19 november 1980 in het oog. Over deze halo's volgt hieronder een meer uitgebreide beschrijving.

Peter-Paul Hattinga Verschure (werkgroep Weeramateurs)

Op 9 september 1980 werden op vele plaatsen in Nederland halo's aan de hemel gezien. In het zuidwesten van het land waren deze al in de ochtend te zien. Rond het middaguur strekte een sluierwolkengebied met haloverschijnselen zich van oost naar west over het midden van het land uit. Diverse waarnemers in dit gebied meldden toen schitterend gekleurd kringen om de zon met raakbogen. Tussen 12^h45^m en 13^h15^m (Zomertijd) werd te Huizen (N.H.) een bijzonder samengesteld geheel waargenomen, waarin ook enkele weinig voorkomende vormen vertegenwoordigd waren (zie figuur 1). Bij deze wijze van weergeven, die voor dit soort uitgebreide verschijnselen het meest geschikt is, is de hemelkoepel geprojecteerd op het platte vlak; de grootste cirkelomtrek is de horizon en het zenit vormt het middelpunt. De zon is aangeduid met *z*.

Zeldzame scheve bogen

G. Crijns zag een kring *a* rond de zon met een straal van 22°. De bovenste en onderste gedeelten van deze kring waren zeer helder en vormden tevens de raakpunten van een tweede kring *bb*, die kring *a* in een ellipsachtige vorm omsloot: de omhullende halo. Een derde, zeer grote kring *dd* ging niet om, maar juist dóór de zon en liep evenwijdig aan de horizon: het middelpunt lag dus in het zenit. Deze kring wordt de bijzonnenring (of parhelische ring) genoemd. Hij is maar heel zelden in zijn geheel te zien, omdat hij zich zo ver van de zon uitstrekt. De bijzonnenring was ongekleurd. Er werden verscheidene bijzonnen op gezien, waarvan die van de kring van 22° (*cc*) sterk gekleurd waren. Evenals de kring en de omhullende halo waren deze bijzonnen spectraal rood-geel-blauwig van kleur, met het rood aan de kant van de zon. Tegenover de zon waren op de bijzonnenring nog drie bijzonnen zichtbaar, die echter niet gekleurd, maar helder witachtig waren. De bijzonnen *ff* staan op 120° afstand van de zon (gemeten langs de horizon), de bijzon *e* op precies 180°; deze wordt daarom *tegenzon* genoemd.

Binnen de bijzonnenring werd om 12^h45^m een gekleurde boog *g* gezien die werd beschreven als 'elliptisch gebogen naar de tegenzon toe'. Deze boog stond links van de tegenzon; even later verscheen rechts ook zo'n boog. Beide bogen waren van binnen blauw gekleurd en aan de buitenkant vrij helder rood. Vlak na 13^h00^m werd in noordoostelijke richting nog een derde boogstuk zichtbaar onder de bijzonnenring. Ook bij dit boogstukje stond het rood aan de kant van de bijzonnenring.

De bogen waren om 13^h15^m weer verdwenen. Het moeten delen zijn geweest van de lange scheve bogen door de tegenzon, een erg zeldzaam haloverschijnsel: de ijskristallen in de wolken moeten hiervoor bijzondere optische eigenschappen bezitten. Bij hun volledige gedaante, die zich slechts bij hoge zonnestand kan openbaren, lopen deze bogen vanuit het bovenpunt van de halo van 22°, om elkaar dan in de tegenzon te kruisen. Onder de bijzonnenring zetten zij zich voort tot aan het onderste punt van de kring van 22° (zie lit. 1). Bij de waarneming te Huizen zijn de twee bovenste en één van de onderste scheve bogen in het spel geweest. Het gelijktijdig voorkomen van een sterk ontwikkelde omhullende halo is in overeenstemming met de theorie voor het ontstaan van de lange scheve bogen. Die theorie geeft aan dat voor deze bogen in beginsel dezelfde kristalvorm noodzakelijk is als voor de omhullende halo. De lange scheve bogen zijn al eens eerder in Nederland waargenomen (zie lit. 2 en 3).

Tijdens het hoogtepunt van het haloverschijnsel werd ook een merkwaardig effect opgemerkt. Enkele malen trokken snel voortbewegende rimpels door de bijzonnenring, in noordwestelijke richting. Opvallend was dat deze rimpels alleen door de witte halo's trokken: de bijzonnenring, de tegenzon en de bijtegenzonnen op 120°. Dit ver-

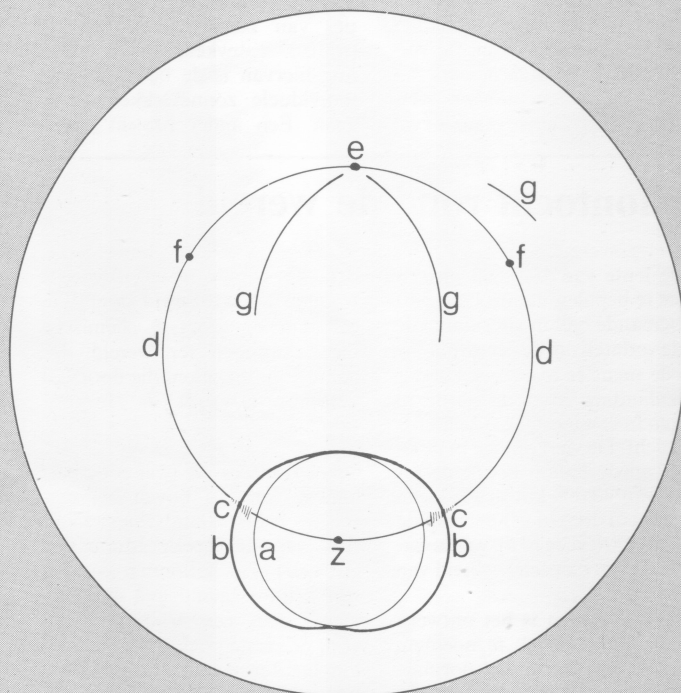
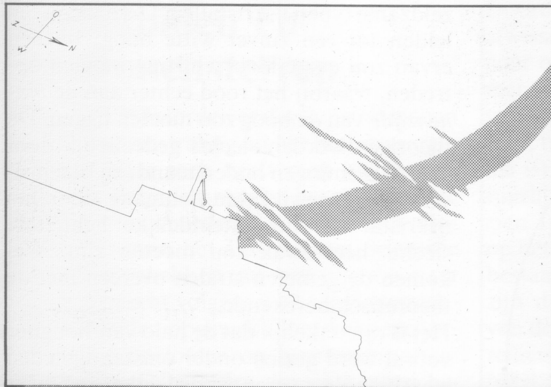


Fig. 1. De halo van 9 september 1980, waargenomen te Huizen (N.H.) van 12^h45^m tot 13^h15^m (Zomertijd). De buitenste cirkel is de horizon; het zenit staat nu in het middelpunt. De letters worden in de tekst verklaard.





schijnsel, dat waarschijnlijk moet worden toegeschreven aan vliegtuigen in de hoge luchtlagen, is overigens regelmatig gezien en zelfs gefotografeerd (figuur 2 en lit. 4).

Een bleke boog en heldere halo's

Voorafgaand aan een warmtefront kwamen in de ochtend van 19 november 1980 wolkenschermen in de middelbare en hogere niveaus binnendrijven. De middelbare wolken vormden weldra een gesloten dek, maar plaatselijk kwamen er nog opklaringen in voor, waarin dan de hogere wolkensluiers zichtbaar waren. Tijdens zo'n opklaring werd door de auteur te Den Haag van 09^h 25^m tot 09^h 50^m een samengestelde halo waargenomen, die is afgebeeld in figuur 3.

In de cirrostratusbewolking die vanuit het westen kwam opzetten, werd om 09^h 25^m een boog *h* gezien, die de gedaante had van een mistboog. Het middelpunt van deze boog lag onder de horizon in het westnoordwesten, in het tegenpunt van de zon. De boog was bleek gekleurd met van binnen naar buiten de kleuren blauw, wit, geel en rood, en hij had een breedte van ongeveer 2°. De straal van de boog leek wat kleiner dan die van een regenboog en zal waarschijnlijk tussen 35° en 40° hebben gelegen. Opmerkelijk was dat de boog het helderst was in de dichtste gebieden van de bewolking: het verschijnsel bleek duidelijk tot stand te komen in de hoge sluierwolken. Vlak voordat de boog verdween kon nog worden vastgesteld dat het licht ervan sterk *gepolariseerd* was.

In de bewolking waarin eerst boog *h* was gezien, werden bij het verdwijnen van de middelbare wolken verscheidene andere halo's waargenomen. Allereerst werd hoog aan de hemel een grote boog *f* zichtbaar die fraai gekleurd was, alsmede een zwakke (eveneens gekleurde) kring *e* om de zon met een straal van 46°. De boog *f* raakte niet aan deze kring, maar stond er ongeveer 3° vandaan. Hieruit volgt dat boog *f* de circumzenitale boog is en niet de bovenraakboog van 46° die daar sterk op lijkt: de circumzenitale boog raakt de kring van 46° alleen als de zon 22° hoog staat (zie lit. 1).

Even later werd op 22° boven de zon een bovenraakboog *b* gezien, die sterk ontwikkeld was en een wijde V-vorm had. Deze boog raakte een zwakke kring *a* met een straal van 22° in het punt recht boven de zon. Twee gekleurde bijzonnen *cc* werden eveneens zichtbaar, waarbij vooral de linker zich zeer sterk ontwikkelde. Hij lag op een helderwit boogdeel *g*, dat parallel liep aan de horizon: een deel van de bijzonnenring. De bijzonnen werden verticaal doorsneden door zwakke boogjes *dd*, die een hoogte hadden van maximaal 4° à 5° en helderder waren dan de kring van 22°. Tenslotte was door de zon en loodrecht op de horizon een heldere, vaag begrensde lichtzuil *i* te zien, die tot aan de bovenraakboog van 22° reikte. Om ongeveer 09^h 50^m waren al deze verschijnselen door opnieuw opkomende dichte bewolking aan het gezicht onttrokken.

Fig. 2. Een 'momentopname' van snel voortbewegende rimpels door de bijzonnenring, op 11 juni 1976 waargenomen te Amsterdam. De foto is 1/125 s belicht. De rimpels trokken van rechtsboven naar linksonder. (Foto door de auteur.)

Mistboog of halo van Bouguer?

De verschijnselen *a* tot en met *g* en *i* zijn alle bekende haloverschijnselen, die min of meer regelmatig waargenomen kunnen worden. Het ongewone deel van deze waarneming werd gevormd door boog *h*. Deze boog zou eenvoudig als wolken- of mistboog in waterdruppeltjes verklaard kunnen worden als hij niet was gezien in bewolking die uit ijskristallen bestond, wat blijkt uit de haloverschijnselen die naderhand veroorzaakt werden.

Enkele waarnemingen van mistboogachtige haloverschijnselen werden in 1898 verricht door Arctowski tijdens zijn verblijf aan boord van de 'Belgica' in het Noordpoolgebied (zie lit. 5). Figuur 4 geeft de waarne-

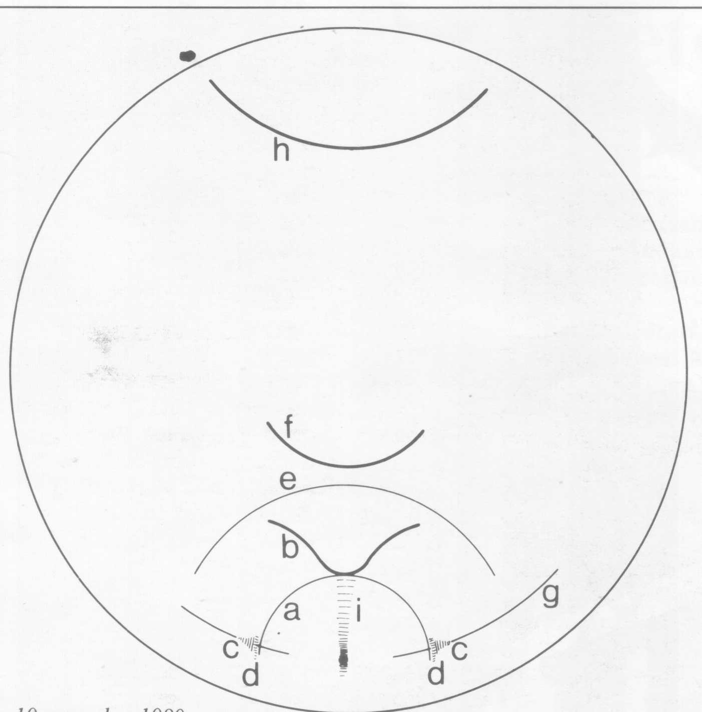


Fig. 3. De halo van 19 november 1980, waargenomen in Den Haag van 09h25m tot 09h50m MET. De zon stond op een hoogte van 14° in het zuidoosten.

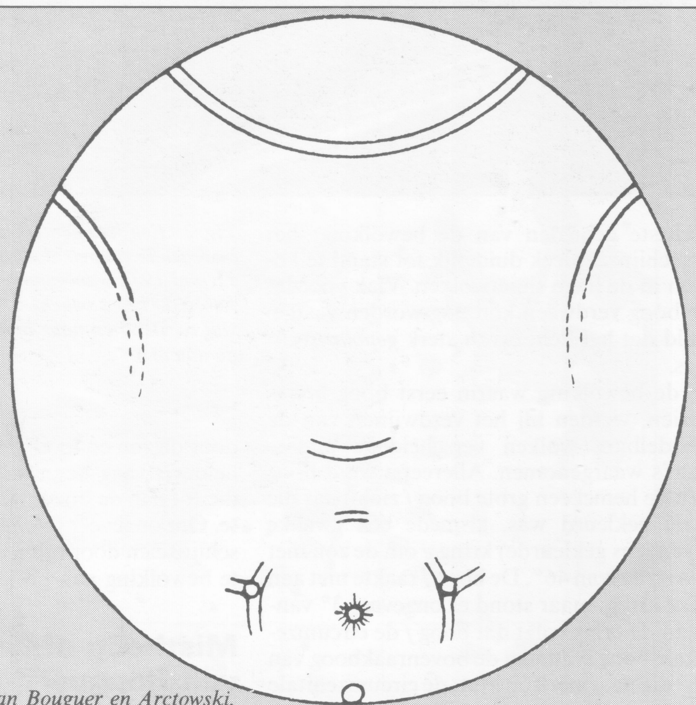


Fig. 4. De halo's van Bouguer en Arctowski, waargenomen op 30 augustus 1898 door Arctowski in het Noordpoolgebied (naar Exner en Pernter, 1922).

ming van 30 augustus 1898 weer, waarin een boog voorkomt die overeenkomt met boog *h* uit figuur 3, en die werd omschreven als een regenboog. Deze waarneming werd verricht bij een temperatuur van −9 °C, waarbij de haloverschijnselen optraden in ijskristallen in de directe omgeving van de waarnemer. Het voorkomen van een regenboog moet daarom uitgesloten worden. De bijzondere bogen zijn naar aanleiding van deze waarneming de *halo's van Arctowski* genoemd.

De boog recht tegenover de zon werd echter het eerst waargenomen door Bouguer in 1740, zodat deze beter als *halo van Bouguer* kan worden aangeduid. Deze halo wordt in diverse gevallen omschreven als 'witte regenboog', wat wijst op het niet (of nauwelijks?) voorkomen van kleuren. Er bestaan waarschijnlijk twee verschillende kringen, met stralen van circa 33° en 38°. Pernter (lit. 5) heeft verschillende mogelijkheden aangegeven voor het ontstaan door middel van zeldzame typen ijskristallen. Deze theorieën leiden tot een zuiver witte boog; bij één ervan zou enige kleurschifting moeten optreden, waarbij het rood echter aan de *binnenzijde* van de boog zou moeten liggen. De theorieën worden slechts gedeeltelijk door de waarnemingen ondersteund; zij beschrijven zo'n ingewikkelde lichtgang door het ijskristal dat het uiteindelijke lichteffect slechts heel zwak zou moeten zijn. Wel komen de gemeten stralen overeen met de theoretisch berekende.

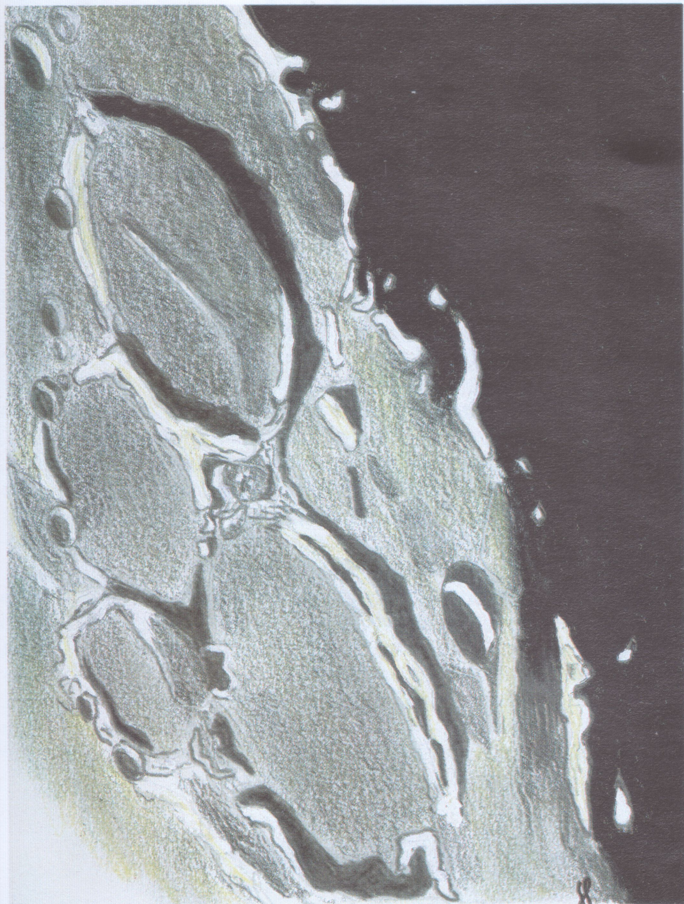
Het is opmerkelijk dat de halo van Bouguer vooral werd gezien onder omstandigheden waarbij de verantwoordelijke wolkendeeltjes in de directe omgeving van de waarnemer zweefden. In enkele gevallen trad het verschijnsel op tijdens (ijs-)mist. In alle gevallen lag de temperatuur onder het vriespunt. Bij temperaturen onder nul kunnen waterdruppeltjes nog in vloeibare vorm aanwezig zijn. Men spreekt dan van een *onderkoelde toestand* van het water. Deze toestand kan zelfs nog optreden bij temperaturen onder −10 °C. De halo van Bouguer zou dus ook een mistboog kunnen zijn die ontstaat in onderkoelde waterdruppeltjes. Het is bekend dat de straal van een mistboog kleiner kan zijn dan die van de regenboog (42°), terwijl de mistboog meestal vrijwel wit is; ook kunnen overtallige bogen en een nevenboog voorkomen. De mistboog is evenals de regenboog sterk gepolariseerd (lit. 6).

Het tegelijk voorkomen met halo's wijst echter toch op de aanwezigheid van ijskristallen. Mogelijk kunnen onder zeer uitzonderlijke omstandigheden zowel zuiver gevormde ijskristallen als onderkoelde waterdruppeltjes in gemengde toestand voorkomen. Het is daarom nog niet met zekerheid vast te stellen of de boog *h* die in Den Haag werd waargenomen werkelijk de halo van Bouguer was, met name gezien de twijfels rondom het ontstaan hiervan. De enige aanwijzing blijft het voorkomen van de andere halo's in dezelfde bewolking.

Literatuur

1. S. W. Visser, *'Optische verschijnselen aan de hemel'*, KNMI, Verspreide Opstellen 3, herziene uitgave 1957
2. P. P. Hattinga Verschure, *'Zeldzame halo's in de zomer van 1970'*, Hemel en Dampkring 68, 281-285, 1970
3. P. P. Hattinga Verschure, *'Zeldzame optische verschijnselen'*, Hemel en Dampkring 70, 307-309, 1972
4. B. Schmitz, *'Zeldzaam verschijnsel in halo'*, Hemel en Dampkring 70, 23, 1972
5. F. M. Exner en J. M. Pernter, *'Meteorologische Optik'*, 298 e.v., 431 e.v. Wilhelm Braumüller Universitäts-Verlagsbuchhandlung GmbH, tweede druk, Wenen en Leipzig 1922
6. M. Minnaert, *'De natuurkunde van 't vrije veld'*, deel 1, vijfde druk 1968. (Het eerste deel van het wereldberoemde driedelige werk 'De natuurkunde van 't vrije veld' door Prof. dr. M. Minnaert heeft als ondertitel 'Licht en kleur in het landschap' en beschrijft op een ook voor niet-ingewijden zeer verhelderende wijze optische verschijnselen zoals halo's en regenbogen. Dit boek (Nederlandse uitgave: Thieme Zutphen) kan zeer worden aanbevolen aan degenen die zich in deze materie willen verdiepen.)

De maan op papier



Sinds 1969 hebben twaalf mensen hun voetstappen achtergelaten op het maanoppervlak. Onbemande ruimtevaartuigjes brachten deze dode wereld minutieus in kaart. We kennen de maan beter dan sommige delen van onze eigen aarde. Toch stapt daar een amateur de nacht in, een kleine lenzenkijker onder de arm. Met vaardige hand wordt het instrument opgesteld en op de maan gericht. Dan begint de amateur met verkleumende vingers een paar kraters op papier te zetten. Wat bezielt hem? En, hoe doet hij het?

Toen in de vorige eeuw de fotografie werd uitgevonden, dacht men dat het met een deel van de schilderkunst wel spoedig gedaan zou zijn. Het tegendeel bleek waar te zijn. Met de snelle ontwikkelingen in de sterrenkunde is het al net zo. Hoewel de maan en de planeten inmiddels nauwkeurig bestudeerd zijn, blijft de amateur zijn potloden hanteren. Hij heeft dan ook niet de pretentie wetenschappelijk waardevol werk te leveren. Nee, het tekenen aan de kijker doe je puur voor jezelf. Het is een hobby, net als de hele sterrenkunde een

Govert Schilling

hobby is. De tijd waarin hobby en wetenschap twee handen op één buik waren, ligt ver achter ons. Inderdaad hadden de beroemde maanwaarnemingen van Hevelius, Schröter, Mayer en vele anderen een grote wetenschappelijke betekenis. Dat dit nu niet meer zo is, betekent echter niet dat het tekenen van de maan minder interessant is geworden. Dezelfde ijver die de drie beroemde Duitsers aan de dag legden, kan nog steeds de amateur bezielen. En waarom zouden wij, waar het tekenvaardigheid betreft, voor hen moeten onderdoen? Met wat doorzettingsvermogen heb je binnen korte tijd zo veel ervaring, dat je maantekeningen juweeltjes worden. En soms kost het je meer moeite met tekenen te stoppen dan er mee door te gaan: je gaat er van houden; het wordt een echte liefhebberij.

Fig. 1. Wargentin (linksboven), Nasmyth (midden links) en Phocylides (rechtsonder) in de vroege maan-ochtend. Wargentin heeft een diameter van 86 km, en wordt aan één zijde begrensd door een steile helling, die bij deze lage zonnestand pas goed tot zijn recht komt. Waargenomen op 6.9.1976, 20h 30m-21h 30m MET, met een 75 mm refractor (F= 1200 mm) bij een vergroting van 133×. Er werd een zenitprisma gebruikt. De seeing was matig tot goed. De waarneming is uitgewerkt met potlood, kleurpotlood, contépotlood en plakkaatverf. (Tekening van de auteur.)

Een paar uur voor zonsopkomst wordt de stilte in huis even doorbroken door het rinkelen van een wekker. Daarna is alles weer rustig. Maar de amateur zit klaarwakker rechtop in bed. Een blik tussen de gordijnen door . . . de majestueuze, sprankelende vorm van Orion helt voorzichtig naar de westelijke horizon; het is helder! Snel schiet hij zijn kleren aan, werkt ongeduldig een boterham naar binnen, en staat even later in de weldadige rust van de nacht van de sterrenhemel te genieten. In het zuidoosten prijkt de Leeuw; rechts ervan is met moeite de Kreeft te herkennen. De melkweg, die anders tussen Orion en Tweelingen zo opvalt, wordt flink overstraald door de maan, die zojuist in het oosten is opgekomen.

De maan! Snel wordt de telescoop opgesteld, en dan richt de waarnemer zijn blik op een wereld die bijna 400 000 kilometer van hem verwijderd is. Kepler met zijn stralenstelsel nog steeds zichtbaar, Aristarchus en Herodotus, vergezeld door de kronkelende Schrötervallei . . . het o zo vertrouwde beeld ontrolt zich in de kijker. En daar, balancerend op de terminator: Gassendi, aan de noordzijde van de Zee der Vochtigheid. Voor deze prachtige walvlakte breekt juist de nacht aan: langzaam maar zeker kruipen de schaduwen omhoog en eindigt de lange, verzengende maan-dag. Voor de tekenaar is de keus al bepaald: ja, het wordt Gassendi. Misschien wel zijn lievelingskrater; in elk geval al verscheidene keren op papier gezet. Toch is de omgeving, hoe vertrouwd ook, weer als nieuw: de grillige beweging van de maan, de vele storingen en schommelingen, zorgen ervoor dat bijna twintig jaar lang geen enkele krater twee maal op dezelfde manier door de zon wordt beschenen. Afwisseling genoeg op het doodse maanlandschap! Zonsondergang voor Gassendi . . . de maantekenaar is al begonnen.

'Hoe maak ik nu zo'n maantekening? Telkens als ik het probeer lijkt het wéér nergens op, en trouwens, ik kàn helemaal niet tekenen!'

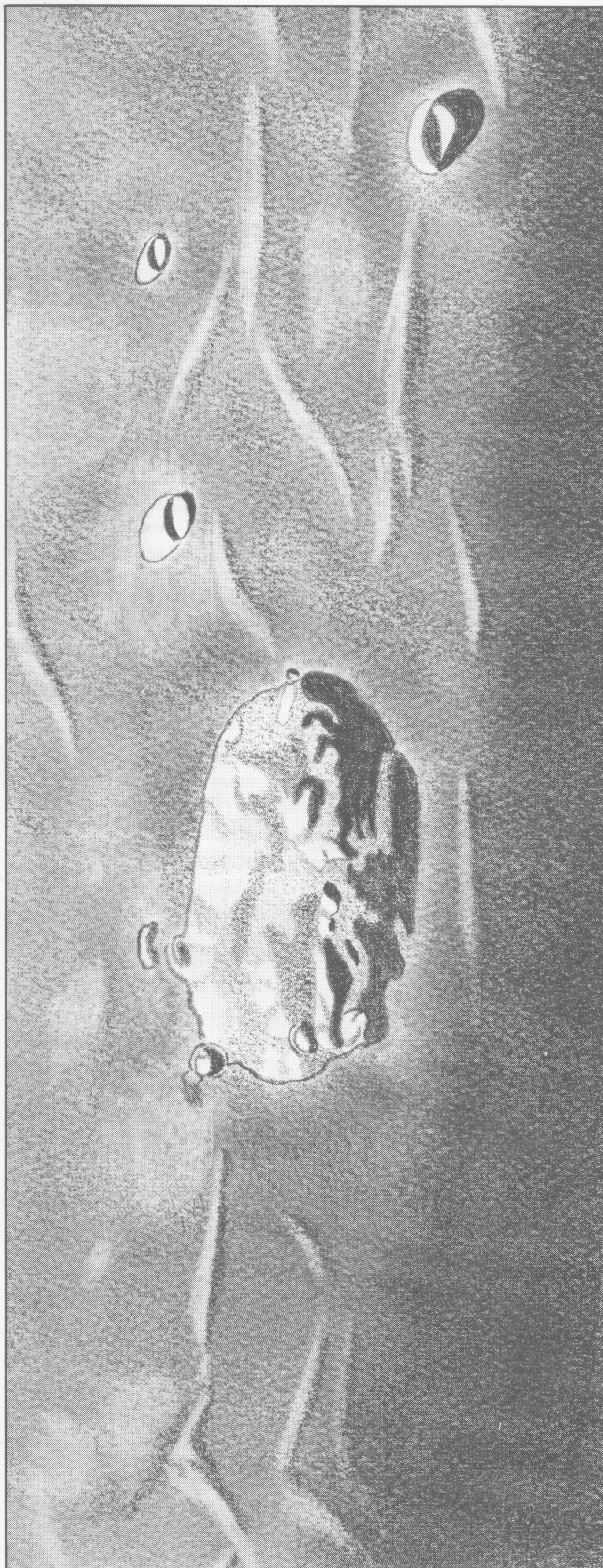


Fig. 2. Het plateau Rümker in de Oceanus Procellarum. Rümker is ca. 60 × 80 km groot; de grootste hoogte bedraagt 500 meter. Alleen bij een zeer lage zonnestand is deze formatie goed waarneembaar; ook zijn er talrijke marekammen te zien. Waargenomen op 17.2.1981, 00h45m MET, met een 100 mm refractor (F= 1500 mm) bij vergrotingen van 166 en 214×. Voor het uitwerken is alleen potlood gebruikt. (Tekening: Leo Aerts.)

Om met dat laatste te beginnen: het is inderdaad een voordeel als je ook 'gewoon' aardig kunt tekenen. Maar niet om het tekenen zelf! Nee, het voordeel schuilt in de ervaring met het materiaal. En die ervaring kan een beginner ook met het tekenen van de maan alléén opbouwen. Iets wat daarmee samenhangt, is het juist schatten van verhoudingen en het goed op papier krijgen. Dat geeft in het begin veel problemen: je zíet dat de kraters die je schetst niet 'kloppen', maar je kunt er niets aan veranderen. Maar waarom zou je jezelf niet de helpende hand toesteken? Kies een gebied op de maan uit dat je wilt gaan tekenen, en neem de relatieve ligging van de kraters over uit een maanatlas. Meer dan wat dun getrokken cirkels is niet nodig. Let er wel op dat je deze truc alleen kunt toepassen op gebieden die in het midden van de maanschijf liggen. Meer naar de randen toe kunnen de schijnbare vormen van de kraters sterk afwijken doordat de maan periodiek wat lijkt te schommelen.
Een ander probleem waar je ongetwijfeld mee te maken krijgt is de keuze van het gebied dat je gaat tekenen. Dat is de eerste keer steevast veel te groot. In je enthousiasme zou je de hele maan wel willen vastleggen, en het resultaat is een tekening van enkele tientallen kraters langs de terminator, hier en daar ingebed in een mare of twee. Hoe meer je tekenervaring toeneemt, hoe kleiner je je gebied zult gaan kiezen. Na een tiental tekeningen heb je voor één krater evenveel tijd nodig als eerder voor een kwart van de maan. Het heeft niet zo veel zin je voor te nemen deze 'fout' niet te maken. Dat lukt toch niet. Kies de grootte van het gebied gewoon zó, dat je minimaal zo'n twintig minuten aan het tekenen bent. In de loop van de tijd zul je in die twintig minuten steeds minder vierkante kilometers kunnen afwerken.
Beperk je – zeker in het begin – wel tot een eenvoudig stukje maanlandschap. Een geïsoleerde krater in of aan een mare is een prachtig object om mee te starten. Als de kraterdichtheid te groot wordt, of als de kraters in een berglandschap liggen, raak je hopeloos verward in een wriemelig netwerk van zon- en schaduwvlakjes. Je kunt wel het beste een terrein aan de terminator kiezen. Door de fraaie schaduwpartijen die daar ontstaan, krijgt je tekening een treffende diepte, en komen details beter tot hun recht.

De tekening wordt opgebouwd

Dan eindelijk aan de slag. De 'ruwe vorm' van het terrein dat je gekozen hebt staat op papier; het kraterduo aangegeven met twee cirkeltjes. Begin met de kraterwanden. Bekijk nauwkeurig hoe de schaduwen vallen en hoe de helderheidsverdeling is. Omlijn op je tekening ieder vlakje met een bepaalde helderheid. Er ontstaat zo een soort legpuzzel, waarvan de stukjes gemarkeerd worden om aan te geven hoe helder ze zijn. Je kunt daarvoor een schaalverdeling opstellen van 1 (diepzwart) tot 5 (helwit). Werk niet te snel. Blijf het gebiedje bestuderen, totdat je nieuwe dingen ziet die eerder niet opvielen. Zorg er echter ook voor dat je geen slachtoffer wordt van verbeelding. Voordat je iets optekent moet je er zeker van zijn het minstens twee keer gezien te hebben. Al doende valt direct het voordeel van tekenen boven fotograferen op. Het maken van een tekening stelt je in staat om voor ieder detail de momenten van optimale waarnemingsomstandigheden af te wachten. Het is dan ook niet voor niets dat beroepsastronomen vroeger tekeningen maakten van de oppervlaktestructuren van de vier grote Jupitermanen in plaats van foto's!
Als de kraterwanden zijn afgewerkt, komen eerst de kraterbodems aan de beurt. Een deel ervan zal in de schaduw liggen; probeer de schaduwvorm zo nauwkeurig mogelijk vast te leggen! Je krijgt een prachtige indruk van de grillige vormen die de ringbergen moeten hebben. Een eventuele centrale berg springt ook duidelijk in het oog. Veel moeilijker is het waarnemen van kleine details op de kraterbodem. Kleine inslagkratertjes, minuscule tintverschillen, kronkelige rillen; geef de moed niet te gauw op! Ook hier geldt: kleur nog niets in en maak nog niets zwart. Dat komt later wel. Beperk je tot het aangeven van vormen en contouren en het coderen van helderheden.
Als de kraters voldoende aandacht hebben gehad, richt je je op het omliggende terrein. Bepaald zelf tot hoever je tekening zich gaat uitstrekken. Let op kleinere kraters, bergruggen, marekammen. Geef nauwkeurig de loop van de terminator aan. Kijk uit naar bergpiekjes die als lichtende puntjes aan de donkere zijde van de schaduwgrens lijken te zweven. Blijf langer waarnemen dan je

denkt dat nodig is: je zult beslist extra details zien. Maak jezelf vertrouwd met het kijkerbeeld, zodat je je bij het uitwerken van de tekening alles goed voor de geest kunt halen.
En dan is je maantekening af. Op het papier staan potloodkriebels, doorhalingen, cijfertjes. Alleen jij weet wat ervan gemaakt kan worden. Het uitwerken van de maantekening bepaalt het gezicht van de waarneming. Maar het waarnemen zèlf is echter de rug.

Het oog wil ook wat

Als de merels beginnen te zingen, kijkt de tekenaar verrast op van zijn papier. In het oosten is de lucht zacht oranje gekleurd. De maansikkel steekt veel minder scherp af tegen het donkerblauw van de schemering. Met verkleumde vingers legt de amateur de laatste details vast. Terwijl hij op zijn handen staat te blazen, springt plotseling Venus in het oog: een heldere ster die al haast verdrinkt in de zachte gloed van de zon. Een andere keer is deze planeet aan de beurt om waargenomen te worden. Nu eerst ontbijten met een kop sterke koffie, en de waarneming uitwerken.
In de behaaglijke warmte van de huiskamer kleurt de amateur met een heel fijn zwart viltstiftje de schaduwpartijen in de walvlakte in. Voor het gebied aan de donkere zijde van de terminator gaat hij aan de slag met diepzwart grafietpotlood. Dwars over de Mare Humorum verloopt de tint langzaam tot donkergrijs. Een 4B-potlood doet hierbij wonderen. Ook de vele details binnen de wanden van Gassendi komen met potloodstreken tot leven. Tot slot worden de allerhelderste bergtopjes aangestipt met witte plakkaatverf. Even aarzelt de waarnemer of hij met een kleurpotlood de geelgroene tint van het terrein zal aangeven. Dan besluit hij dat de zwart-witversie sprekend genoeg is. De kijkergegevens, tijdstippen en waarnemingsomstandigheden worden vermeld, en, secuur als hij is, voegt de amateur een lijstje met kraternamen toe. Nadat in de tekening ongewenste potloodvlekken zijn weggegomd, en de waarneming met tekeningenfixeer tegen nieuwe vlekken is behoed, is de tekenaar tevreden. Een prachtige nieuwe prent is aan zijn waarnemingenserie toegevoegd.

Bij het uitwerken van een waarneming kun je natuurlijk op allerlei manieren te werk gaan. Met plakkaatverf, olieverf of waterverf zijn pachtige resultaten te bereiken. Maar met een setje gewone potloden krijgt een maantekening ook een aparte charme. Tijdens het uitwerken zul je merken dat je (al dan niet bewust) hier en daar contrasten gaat opvoeren. Deins daar niet voor terug: hierdoor komen de vele kleine details juist goed tot hun recht.
Een handige tip: pak de maanatlas er pas bij als je tekening helemaal klaar is. Anders kom je altijd dingen tegen die wel op de kaart en niet

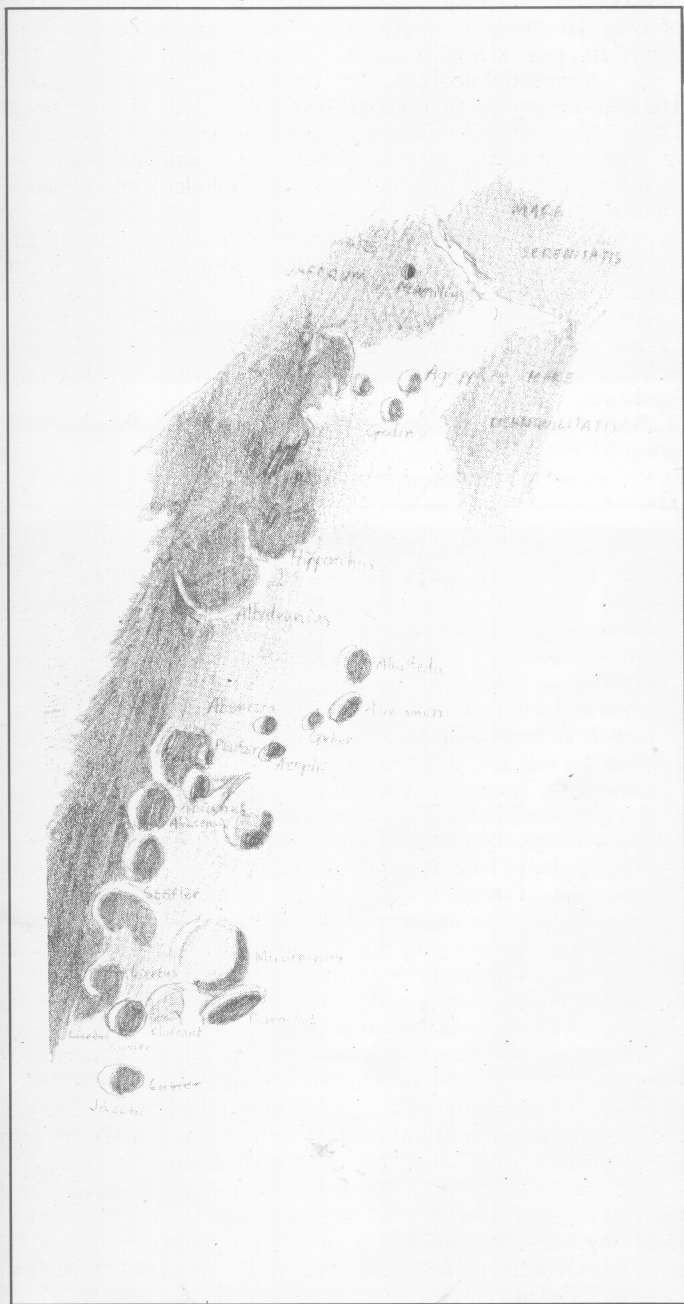


Fig. 3. Een potloodtekening van een deel van de maanterminator, waargenomen op 20.4.1972 (20^h00^m MET) met een 40 mm lenzenkijkertje (vergroting 40×). Er is duidelijk een veel te groot gebied getekend, waardoor ook fouten zijn geïntroduceerd. Toch is het opmerkelijk hoe veel details met een bescheiden instrument waar te nemen zijn. (Tekening van de auteur.)

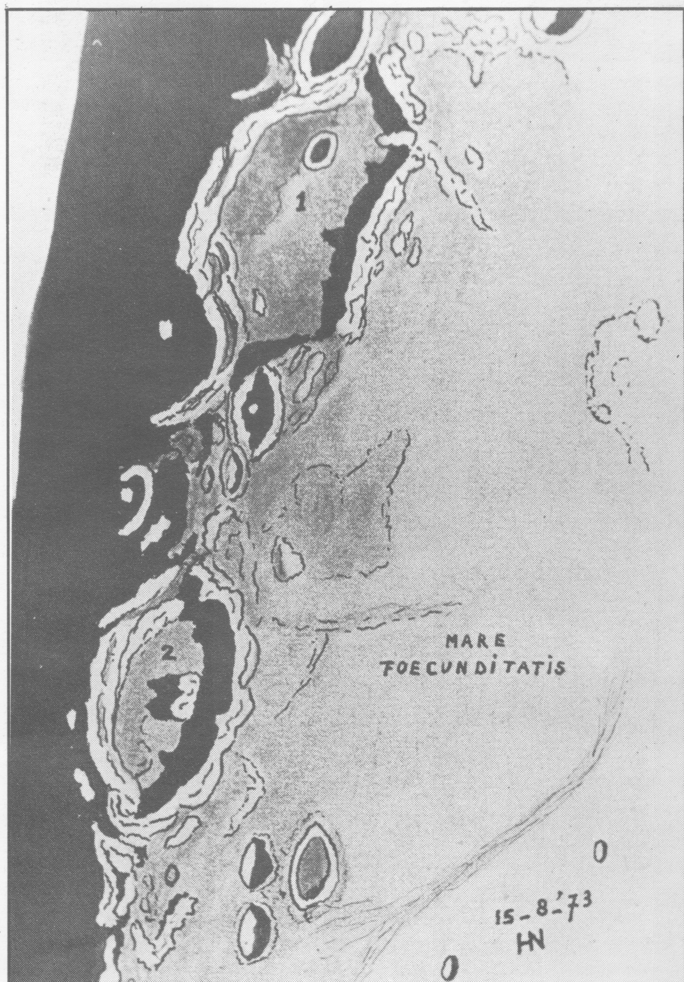


Fig. 4. Vendelinus (1) en Langrenus (2) aan de terminator, waargenomen op 15.8.1973, 22^h50^m-23^h35^m MET, met een 75 mm refractor (F= 1200 mm) bij een vergroting van 96×. De waarneming is uitgewerkt met 4B-potlood en oostindische inkt. Langrenus heeft een diameter van ca. 120 km en brede terrasvormige wallen. (Tekening: Henk Nieuwenhuis.)

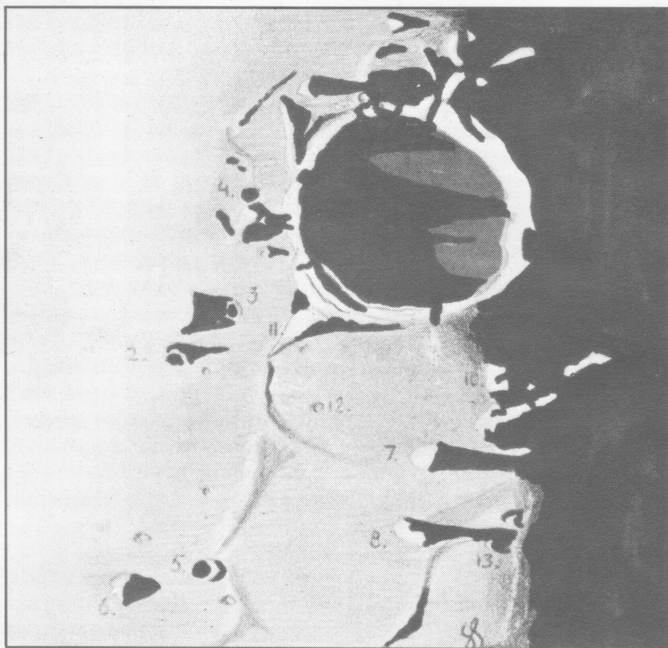


Fig. 5. De walvlakte Plato, waargenomen met een 75 mm refractor bij een vergroting van 96× op 10.5.1973, $20^{h}45^{m}$-$21^{h}30^{m}$ MET. Er werd gebruik gemaakt van een zenitprisma. De waarneming is uitgewerkt met potlood en viltstift. Plato heeft een diameter van 105 km. (Tekening van de auteur.)

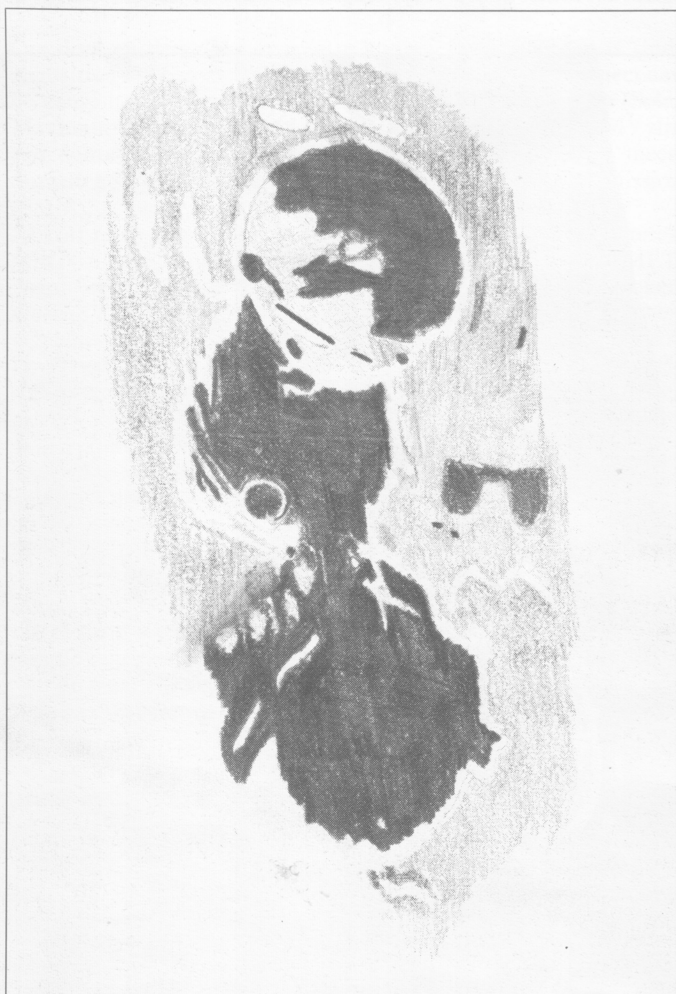


Fig. 6 De kraters Theophilus (boven), Cyrillus (midden) en Catharina (onder), getekend door André de Boer uit Utrecht op 21.2.1980 van 18.00-18.40 u MET. Er werd waargenomen met een 11,2 cm newton-telescoop (F = 900 mm) bij een vergroting van 129 keer. De seeing was uitmuntend, maar nam langzamerhand wat af. De tekening is gemaakt met potlood. André was nog geen half jaar maanwaarnemer toen hij deze tekening maakte.

op de tekening staan, of dingen die je beslist gezien hebt, maar op de kaart onvindbaar zijn. Als je te vroeg gaat vergelijken, is de verleiding soms groot de waarneming aan de atlas aan te passen. Zolang je maar optekent wat je zéker hebt gezien, is de tekening als maanwaarneming waardevol.
Na wat verkenningen in het maanlandschap zul je merken dat in de eerste plaats je tekenervaring heel snel groeit. Je resultaten worden steeds mooier, en hoewel wetenschappelijk gezien van weinig waarde, kan een fraaie maantekening een lust voor het oog zijn. Je zult ook merken dat je binnen korte tijd de maan leert kennen als je eigen achtertuin; iedere nieuwe waarneming wordt een ontmoeting met een goede vriend. Tenslotte zul je de neiging bespeuren om je af en toe eens op een bepaald soort objecten toe te leggen. En die zijn er genoeg op de maan! Wat dat betreft is onze satelliet één van de dankbaarste waarnemingsobjecten.

Wellicht kan dit artikel een stimulans en een vrijblijvende handleiding vormen voor beginnende maanwaarnemers. Durf het ook eens aan om de maan op papier te zetten! Wanneer wordt het verhaal van de tekenaar in dit artikel je eigen verhaal?

Literatuur

1. Tjomme de Vries, De wereld van de maan, Wolters-Noordhoff, Groningen, 1968.
2. Henk Nieuwenhuis, Het tekenen van de maan, Hemel en Dampkring, april 1972.
3. Eddy Echternach, De maan, JWG-brochure nr. 43, Jongerenwerkgroep NVWS, 1977

Materiaal en uitrusting

Voor het tekenen van de maan is niet veel materiaal nodig. Goed, stevig tekenpapier is een eerste vereiste. Verder een HB-potlood voor het werk aan de kijker. Het uitwerken van een waarneming vereist een zachter potlood (liefst 4B), een fijnschrijver of een pennetje met oostindische inkt voor de fijne schaduwdetails, en contépotlood, viltstift of zwarte inkt of verf voor de grotere partijen. Contépotlood is een soort grafietpotlood, dat een zeer diepzwarte kleur geeft, maar wel vreselijk gauw vlekt. Tekeningen moeten dan ook altijd gefixeerd worden met speciale tekeningenfixeer (of met haarlak, hoewel je waarnemingsalbum dan wel apart gaat geuren). Al deze materialen (behalve haarlak) zijn voor weinig geld te koop bij een kantoorboekhandel.
De refractor is het meest geschikt voor maantekeningen. Met zeer kleine instrumenten zijn al prachtige resultaten te behalen. Kies de vergroting niet te sterk (het beeld wordt dan erg onrustig en de maan is snel uit het gezichtsveld verdwenen), maar ook niet te zwak, omdat de maan dan verblindend helder kan zijn. Zo'n 1½ maal de lensdiameter in millimeters is een aardige vuistregel voor de vergroting. Zorg dat je ontspannen achter je kijker kunt zitten: met een stijve nek tekent het een stuk slechter! Verlichting is meestal niet nodig omdat de maan zelf vrij helder is. Heb je toch behoefte aan een lampje, dan is een klein wit zaklampje prima. Geen gedoe met rood cellofaan; je ogen zijn door het heldere beeld van de maan toch niet aan het donker aangepast.
Tot slot iets over kleding. Een wat ervaren maanwaarnemer zit al gauw een half uur of drie kwartier te tekenen, en dan wil het best koud zijn. Een pyjamabroek onder je gewone broek is weldadig; een winddichte jas over een lekkere trui is onmisbaar. Je handen hebben het meest te lijden van de kou; doe eventueel gebreide handschoenen met halve vingers aan, dan verkleumen alleen je vingertopjes nog maar.



Koude opname van hete nevel

Deze foto van de Orionnevel is de eerste opname die ik maakte met mijn zelf ontworpen en gebouwde diepgekoelde camera. Het heeft me twee jaar gekost voordat ik een dergelijk resultaat kon behalen.

Het principe van de diepgekoelde opname is als volgt. Eerst werd de film gedurende een week voorgebakken in stikstof bij een temperatuur van 30 °C. Daarna werd de film in de camera gebracht, die direct vacuüm werd gezogen tot 11 Torr. Enkele uren later werd de camera in het primaire brandpunt van de 406 mm newtontelescoop geschroefd, en werd hij met behulp van kooldioxyde in sneeuwvorm onderkoeld tot −75 °C. De film (Ektrachrome professional, 200 ASA) werd 20 minuten belicht bij f/5,2 (de openingsverhouding van de kijker).
Praktisch het hele zwaard van Orion is op de opname terug te vinden. Let vooral op de bijzonder ijle uitlopers, tegenover het helderste deel van de nevel!
De sterke volgfouten zijn ontstaan door een zeer krachtige wind. Door het uitvallen van de elektriciteit moest met de hand gevolgd worden, en hierdoor zijn ook kleine volgfoutjes veroorzaakt. Zonder deze kleine volgfoutjes zou het beeld van de Orionnevel nog veel contrastrijker zijn!
De opname is in de nacht van 30 november op 1 december 1980 gemaakt.

Dany Cardoen

De hemel in juni

F. REIJMERINK

Planeten

Mercurius is na het bereiken van haar grootste oostelijke elongatie op 27 mei j.l. ook in de eerste week van juni, na zonsondergang, nog boven de westelijke horizon te vinden.
Op 5 juni gaat de kleine binnenplaneet anderhalf uur nà de zon onder en heeft op die datum een helderheid van + 1,4 m.
Vijf dagen later, wanneer de elongatie is afgenomen tot 16°, zijn deze waarden resp. 1 uur en + 1.9 m.
Een extra hulpmiddel om Mercurius aan de avondhemel te ontwaren is de samenstand met Venus op 9 juni. De eigenlijke conjunctie vindt plaats om 13h; op dat moment staat Mercurius 1°42' ten zuiden van onze zusterplaneet.
Mocht het met het blote oog nog niet lukken Mercurius te vinden gebruik dan een verrekijker.

De oostelijke elongatie van **Venus** neemt deze maand toe van 14 naar 22°, doch de heldere planeet verheft zich nog niet hoog boven de horizon tijdens zonsondergang, dit is te wijten aan de kleine hoek die de ecliptica tijdens zonsondergang met de westelijke horizon maakt. Deze situatie blijft zo tot begin oktober, pas daarna stijgt de planeet wat meer boven de horizon.
Mars houdt zich nog steeds schuil in de ochtendschemering; de elongatie neemt deze maand toe van 13 tot 21°.

De heldere **Jupiter** is 's avonds aan de zuidwestelijke hemel te vinden in het sterrenbeeld Maagd.
Op 23 juni is de reuzenplaneet in kwadratuur met de zon, hetgeen wil zeggen dat de elongatie, in dit geval de oostelijke, 90° is.
De equatoriale diameter neemt deze maand af van 39,3 tot 36 boogseconden.
Een conjunctie met de maan is deze maand op de 10e om 11 h.; de samenstand moet dus of de avond ervóór of erná bekeken worden.

Saturnus is ook deze maand in de directe omgeving Jupiter te vinden. De afstand tussen de twee planeten, aan de hemel wel te verstaan, wordt nu weer kleiner.
Op 10 juni bedraagt de equatoriale diameter van Saturnus 18 boogseconden en de grote as van de ringen 40,4 boogseconden; de kleine as wordt weer iets groter.
De conjunctie van de maan met Saturnus is deze maand 5h na de conjunctie met Jupiter; ook hier geldt dat de samenstand in de avond van de 9e of de 10e bekeken moet worden.

Titan bereikt deze maand de grootste oostelijke elongaties op 2 en 18 juni en de grootste westelijke op de 10e en de 26e.

Kometen

Schelte J. Bus van het California Institute of Technologie komt de eer toe zijn naam te mogen schenken aan twee van de vier tot nu toe ontdekte kometen dit jaar.
De eerste, komeet **Bus (1981 b),** is door hem ontdekt op fotografische platen die waren genomen door K. S. Russell.
De komeet, die ten tijde van zijn ontdekking een helderheid had van magnitude 17,5, is voor amateurs niet interessant.
De tweede, komeet **Bus (1981 d),** is op 26 april j.l. ontdekt en had een helderheid van magnitude 16.
Komeet **P/Longmore (1981 a)** werd aan de hemel teruggevonden door T. Seki van het Nihondaira Observatorium; de komeet had ten tijde van de herontdekking op 2 januari een helderheid van magn. 18.
Jonathan H. Elias ontdekte komeet **Elias (1981 c)** op 3 april j.l. aan de zuidelijke sterrenhemel; ook hier betrof het een onaanzienlijk vlekje van magnitude 15.

Maan

Nieuwe maan: 2 juni 13h 32m MEZT
Eerste Kwartier: 9 juni 13h 33m MEZT
Volle Maan: 17 juni 17h 04m MEZT
Laatste Kwartier: 25 juni 6h 25m MEZT

Datum	Maan op	Maan onder
5 juni	8h 29m	–
10 juni	14h 18m	02h 44m
15 juni	19h 44m	04h 26m
20 juni	–	07h 55m
25 juni	01h 58m	13h 54m
30 juni	04h 21m	20h 34m

Tijdstippen in MEZT

Zon

Datum	Zon op	Zon onder
5 juni	05h 22m	21h 54m
10 juni	05h 20m	21h 59m
15 juni	05h 18m	22h 02m
20 juni	05h 18m	22h 04m
25 juni	05h 20m	22h 04m
30 juni	05h 22m	22h 03m

Tijdstippen in MEZT

Op 21 juni om 13h45m MEZT bereikt de zon haar grootste noordelijke declinatie van dit jaar (+23° 26′ 24″). Per definitie is dit het begin van de astronomische zomer.

Sterrentijd en Juliaanse datum

De sterrentijd in onderstaande tabel geldt voor de meridiaan van Greenwich en 0h UT.

Datum	Sterrentijd h m s	Juliaanse datum 2444-
5 juni	16 53 21	760,5
10 juni	17 13 03	765,5
15 juni	17 32 46	770,5
20 juni	17 52 29	775,5
25 juni	18 12 12	780,5
30 juni	18 31 54	785,5

Nevenstaande sterrenkaart geeft de sterrenhemel weer zoals die zich in juni 's avonds aan ons vertoont. De tijdstippen waarvoor het kaartje geldt zijn af te lezen in de tijdbalk onder het kaartje. Omdat het kaartje het gehele jaar door bruikbaar is (m.u.v. de eventuele planeetposities) zijn ook de corresponderende tijdstippen in MEZT (zomertijd) gegeven. De sterrentijd waarvoor het kaartje is getekend, is 16h en geldt voor de coördinatoren NB=52°5′ en OL=5°8′ (Utrecht).

Magnitudeschaal

-1 0 1 2 3 4 5

Noord

Perseus

Voerman

Cassiopeia

Poolster

Cepheus

Kl. Beer

Grote Beer

Draak

Zwaan

Oost

West

Lier

Leeuw

Boötes

Hercules

Arend

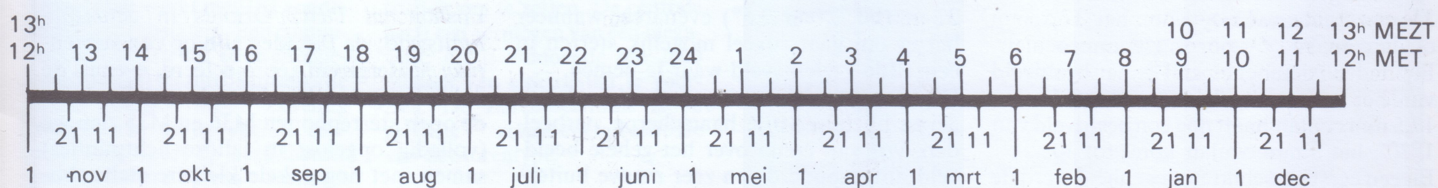
Saturnus

Jupiter

Maagd

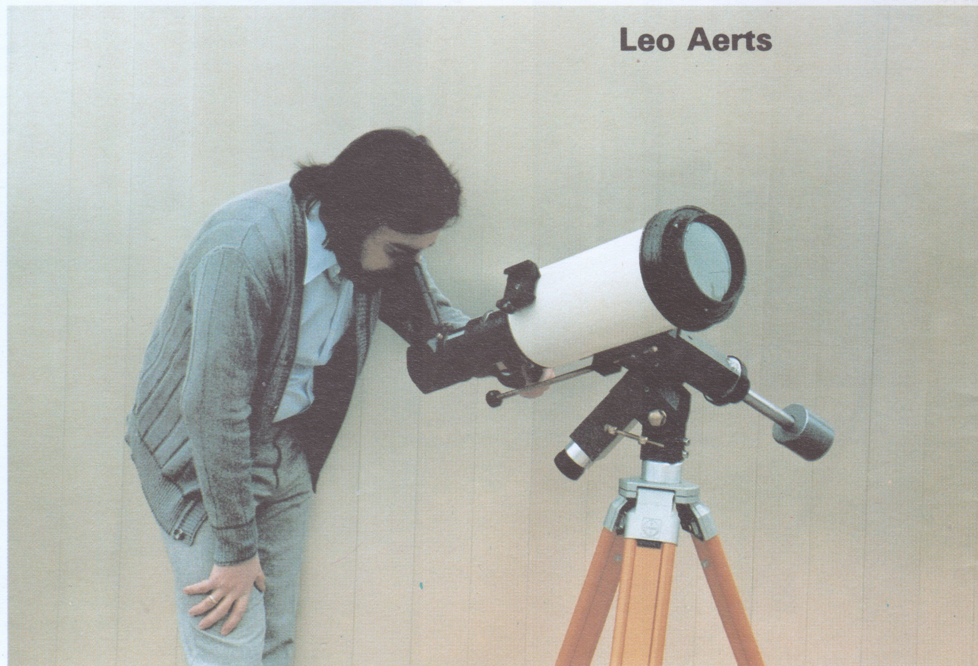
Ophiuchus

Zuid



IK ZIE WEL IETS IN EEN RICH-FIELD !

'Hier volgt de beschrijving van mijn favoriete rich-field-telescoop: een achromatische lens van 125 mm en een lichtsterkte van f/5, gecombineerd met een 33 mm Erfle-oculair. De vergroting is 19 × en de uittreepupil 6,6 mm. Deze kleine kijker is een machtig instrument: het biedt ons adembenemende beelden van zo'n tweehonderd miljard zonnen in ons melkwegstelsel.'
Met deze woorden besluit Glenn E. Shaw zijn artikel 'Rich-field telescopes explained' in het maartnummer (1980) van het Amerikaanse tijdschrift Sky & Telescope.
De gedachte hoe plezierig het wel moet zijn om met zo'n telescoop te kunnen observeren, werd in september 1980 bevestigd toen ik een rich-field-telescoop in bruikleen kreeg, waarmee ik gedurende de herfst en wintermaanden van 1980/81 naar hartelust heb kunnen waarnemen.



Leo Aerts

Het betreft hier een 125 mm f/6 refractor. Het achromatische objectief bestaat uit twee gekitte lenzen, die na het kitten nogmaals geretoucheerd werden. Doordat de brandpuntsafstand slechts 75 cm is, is deze refractor gemakkelijk transporteerbaar. Hij kan in een minimum van tijd worden opgesteld op een observatieplaats naar keuze. In mijn geval is de refractor met een soort 'zwaluwstaartvatting' geklemd op een equatoriale montering van bijzonder degelijke kwaliteit. De opstelling is voorzien van verwisselbare tegengewichten en geplaatst op een stevig driebenig statief. Wegens het geringe gewicht van de refractor kan een minder stevige montering ook reeds voldoen aan de eisen van een stabiele opstelling. Toebehoren voor het observeren zijn een drietal oculairen, een oculairfilter, een zenitprisma en een zenitpentaprisma. Het dubbele lichtgroene filter (GG495+BG38) heeft tot doel de secundaire kleurfouten van de achromatische refractor te doen verdwijnen. Tijdens de observaties bleek dat dit filter bijna niet gebruikt hoefde te worden, uitgezonderd bij zeer heldere objecten zoals de maan en de helderste sterren. De gebruikte oculairen zijn van een bijzonder goede kwaliteit. Het betreft hier een 8 mm vierlenzig orthoscopisch oculair en een 17,5 mm vijflenzig groothoekoculair, beide te gebruiken met een zenitprisma door middel van een 31 mm steekvatting. Een openbaring was vooral het 35 mm groothoekoculair (eveneens met vijf lenzen), dat met een snelklemaansluiting te bevestigen is op het gigantische zenitpentaprisma. Dit prisma toont, in tegenstelling tot een normaal zenitprisma, het klassieke en vertrouwde omgekeerde, niet gespiegelde beeld. In combinatie met de 125 mm f/6 refractor worden vergrotingen verkregen van 21 × voor het 35 mm oculair, 43 × voor het 17,5 mm oculair en 94 × voor het 8 mm oculair. Bijzonder adembenemend is het beeldveld van het 35 mm oculair. (3,5°!). Zelfs het 17,5 mm oculair haalt nog een beeldveld van 1°30'; het 8 mm oculair komt tot 30'.
Bij een eerste geschikte gelegenheid werd de grensmagnitude van deze rich-field-telescoop getest bij weliswaar een zeer heldere nachthemel maar in de nabijheid van tamelijk storende lichtbronnen. Bij de vergroting van 21 × werd nauwelijks magnitude 10,8 bereikt; 43 × gaf magnitude 11,6 en 94 × magnitude 13,3. Onmiddellijk sprong in het oog dat de refractor bij 21 × (en in mindere mate bij 43 ×) bijzonder gevoelig is voor storende lichtbronnen. Bij 94 × is de hemelachtergrond aanvaardbaar donker. Eveneens bij een uitstekende transparante nachthemel, maar nu zonder storende lichtbronnen, werden de grenshelderheden met ruim een magnitude overtroffen.
Tabel 1 toont aan dat slechts weinig rich-field-telescopen de 125 mm f/6 refractor bij 21 × (beeldveld 3,5°) evenaren, wanneer het er om gaat zoveel mogelijk sterren in eenzelfde gezichtsveld waar te nemen.
De 35 mm en 17,5 mm groothoekoculairen geven bij observatie haarscherpe sterbeelden, vrij van coma over het gehele beeldveld, uitgezonderd een zeer nauwe buitenrand. Daarentegen geeft het 8 mm oculair reeds op 1/3 radius sterke coma, zodat alleen het centrale deel van het beeldveld benut kan worden voor serieuze waarnemingen. Bij een vergroting van 94 × is echter het eigenlijke doel van de rich-field-telescoop – een zo groot mogelijk beeldveld en lage vergrotingen – voorbijgestreefd.

Wat zijn nu de mogelijkheden van deze refractor bij visuele waarneming van de nachthemel (er rekening mee houdend dat men observeert bij een goed donkere en transparante atmosfeer)? Objecten waarvoor men sterke vergrotingen nodig heeft zullen we hier niet bespreken, aangezien ze wegens hun geringe afmetingen niet optimaal waargenomen kunnen worden; dit zijn o.a. de nauwere dubbelsterren, de meeste planetaire nevels, de bolvormige sterrenhopen en de planeten. Afgezien hiervan bieden de overige hemellichamen een fascinerende aanblik in deze rich-field-telescoop: open sterrenhopen, diffuse nevels, reflectienevels, extragalactische stelsels, de grotere planetaire nevels, variabele sterren, kometen etc.
De 125 mm refractor behoeft geen zoeker ter lokalisatie van de objecten: bij gebruik van het 35 mm groothoekoculair is de telescoop zélf een grote zoeker. Het is over het algemeen al voldoende als we slechts ruwweg het waar te nemen object weten te staan. Door de refractor op het te observeren gebied te richten en er even rond te speuren, is het object al gauw gevonden. Het doet enigszins eigenaardig en onwennig aan te observeren bij een beeldveld van 3,5°. Zelfs bij het waarnemen van de wat uitgebreidere objecten ligt er nog een ruim sterrenveld omheen. We zien de sterren Zeta, Epsilon en Delta Orionis in eenzelfde zichtsveld; de Plejaden zijn op een sterrenrijke achtergrond geprojecteerd, evenals de dubbele open sterrenhoop h en χ Persei en de open sterrenhopen M36 en M38 zien we (volledig opgelost in talloze lichtpuntjes) samen met nog enkele kleinere sterrenhopen in eenzelfde beeldveld geplaatst.

Enkele glasheldere nachten, eind oktober/begin november 1980, bleken geschikt te zijn om deze rich-field-telescoop op zijn volle waarde te testen. De écht moeilijke en uitgestrekte objecten werden opgezocht, en de 125 mm f/6 refractor doorstond de test bijzonder goed.
Het anders zo moeilijk waarneembare Messierobject M33 in Triangulum bleek een grote witte gevlekte wolk te zijn: de Noord-Amerikanevel in Cygnus vulde het hele beeldveld, scherp omlijnd en opgevuld met een lichtwaas en talloze sterren; de twee delen van de befaamde Cirrusnevel in Cygnus (NGC 6992 en NGC 6995) lagen in één beeldveld met 52 Cygni, die gedeeltelijk omfloersd werd door een ander deel van de Cirrusnevel: NCG 6960. Het bijzonder frèle licht van de Rosettenevel in Monoceros werd opgevangen met in het midden de bijzonder mooie open sterrenhoop NGC 2244, evenals het flauwe lichtschijnsel van de Californianevel in Perseus. Een ware openbaring was het visueel ontwaren (bij perifeer waarnemen) van IC 434, de beroemde Paardekopnevel. Beter zichtbaar was de diffuse nevel NGC 2024 bij Zeta Orionis, en in de rand van het beeldveld was tegelijkertijd de wollige en prominente nevel M78 te zien.
De 'paradepaardjes' aan de nachthemel waren bijzonder fascinerend. De glanzende parels van de Plejaden ingebed in reflectienevels, h en χ Persei een verzameling van de mooiste edelstenen, de open sterrenhopen Praesepe en M67 in Cancer een waar sterrengeflonker en M35 in Gemini opgelost in talloze lichtpuntjes met de begeleidende sterrenhoop NGC 2158 prominent en korrelig van structuur bij sterkere vergrotingen van 43 × en 94 ×. Sprookjesachtig mooi was de Grote Orionnevel met M43 en de open sterrenhopen NGC 1980 en NGC 1981, allen tesamen in één oogopslag te ontwaren.
De extragalactische stelsels M81 en M82 in Ursa Major, met de zwakke begeleiders NGC 3077 en NGC 2976, wit en helder; het opvallende stelsel M106 in Canes Venatici met een zestal 'satellietstelsels' in hetzelfde gezichtsveld – het waren alle verrukkelijke ervaringen met de 125 mm f/6 refractor. Zeta Tauri was het lichtbaken voor de Krabnevel en Beta Ursae Majoris voor de Uilnevel en M108, steeds tesamen waarneembaar. De helderwitte kleine Ringnevel werd geflankeerd door Beta en Gamma Lyrae. De Andromedanevel was gigantisch en vulde het hele 3,5°-beeldveld met de begeleidende sterrenstelsels NGC 205 en M32 bijzonder prominent; M27 in haltervorm en helderwit hing temidden van een rijke sterrenachtergrond.
De grote beeldvelden van 3,5° en 1,5° zijn bijzonder geschikt voor de helderheidsschattingen van variabele sterren, aangezien de vergelijkingssterren steeds tesamen worden waargenomen. De herfst- en wintermaanden van 1980 waren rijk aan kometen. Uit de waarneming van de periodieke kometen Encke, Stephan-Oterma en Tuttle en de nieuwkomers Meier en Panther bleek dat de 125 mm rich-field een zeer geschikt instrument is voor het observeren van deze hemellichamen.
Gewoon de Melkweg afspeuren met deze 125 mm f/6 refractor, zonder enig ander doel dan de schoonheid ervan te ervaren, geeft een onvergetelijke indruk aan de visuele waarnemer.
De prijs van de kijker is vrij hoog: BFr 40 000,– (ca. *f* 2650,–), maar hiervoor krijgen we dan ook een rich-field-telescoop van zeer degelijke kwaliteit. De amateur-astronoom die een telescoop wil aanschaffen dient zich er wel van bewust te zijn dat lage prijzen en uitstekende kwaliteit nooit samengaan!
(De hier besproken kijker werd in bruikleen gegeven door fa. Lichtenknecker Optics in Hasselt.)

visuele grenshelderheid	opening	vergroting	beeldveld	aantal sterren nabij de galactische equator * / **
11m	56mm	8×	8,2°	2335-3404
12	88	13	5,2°	2521-3811
13	140	20	3,3°	2635-4021
14	222	32	2,0°	2649-4177
15	351	50	1,3°	2548-4078
16	556	79	0,82°	2336-3730
17	882	126	0,52°	2024-3165

* Mount Wilson Publication 301
** Publications of the Groningen Astronomical Laboratory

Tabel 1. Vergelijking van het aantal sterren dat in één beeldveld zichtbaar is voor verschillende telescopen.

ZENITPOST

Saturnus–laatste nieuws

Naar aanleiding van mijn artikelen in *Zenit* 4 en 5 (1981) over het bezoek van de Voyager 1 aan Saturnus zou ik nog het volgende willen opmerken. Op de film van Saturnus die NASA op grond van Voyager 1-beelden heeft samengesteld en die ik met J. Hovenier van de Vrije Universiteit kon bekijken, viel ons op dat de donkere 'spaken' niet alleen in het buitenste deel van de B-ring te zien zijn, maar ook in het minder heldere, binnenste deel van de B-ring en zelfs in de A-ring, zij het minder duidelijk. De verklaring voor dit fenomeen lijkt te zijn dat de verschillen tussen de lokale rotatieperiode en de rotatieperiode van de planeet zelf in het gebied waarin de spaken duidelijk zichtbaar zijn, relatief gering zijn, d.w.z. niet groter dan ongeveer één uur. Buiten dit gebied worden de verschillen blijkbaar te groot om de wolken van kleine deeltjes die de spaken vormen lang in stand te houden.
Volgens *NASA-News* 81-44 hebben de kleine maantjes de volgende diameters (tussen haakjes de waarden genoemd in tabel 1 in *Zenit* 5 1981):

1980 S 1:	100 × 90 km	(250 × 130)
1980 S 3:	90 × 40 km	(135 × 70)
1980 S 6:	160 km	(80 ± 40)
1980 S 26:	200 km	(250 ± 100)
1980 S 27:	220 km	(200 ± 100)
1980 S 28:	30 km	(100)

De nieuwe waarden zijn echter niet in overeenstemming met de diameters die men zou verwachten op grond van hun visuele helderheden. Het laatste woord is hier nog niet over gezegd.

Er is in april een speciaal nummer van *Science* verschenen (10 april 1981, vol 212, no. 4491) dat de voorlopige wetenschappelijke resultaten van het Voyager 1-Saturnusonderzoek samenvat. De Stichting De Koepel heeft een beperkt aantal exemplaren van dit nummer voorradig. De prijs per stuk inclusief verzendkosten bedraagt circa *f* 12,–.
O. Namba

Klimatologische informatie voor juni

Juni: gemiddeld elke drie jaar tropische temperaturen

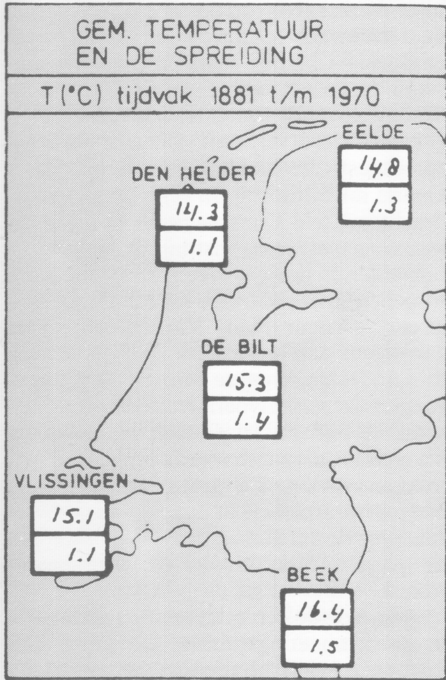
De laagste temperatuur die in juni in De Bilt op normale waarnemingshoogte (1,50 m) is gemeten, bedroeg 0,2 °C op 2 juni 1975. In dezelfde nacht daalde de temperatuur te Almen (bij Zutphen) tot −1,2 °C. Dichtbij het aardoppervlak zijn in juni nog wel lagere temperaturen gemeten. Nachtvorst in juni is geen unicum! Eén of meer koude juni-nachten bepalen echter niet de gemiddelde temperatuur van de maand. Het is slechts korte tijd zo koud doordat de nachten kort zijn. De koudste junimaand van de temperatuurreeks sedert 1735 was juni 1923 (gemiddelde temperatuur 11,6 °C. Ook juni 1956 was zeer koud met een gemiddelde temperatuur van 12,8 °C. De warmste junimaand kwam voor in 1889 (de gemiddelde temperatuur 18,8 °C). Juni 1947 was met een gemiddelde temperatuur van 17,5 °C eveneens warm.

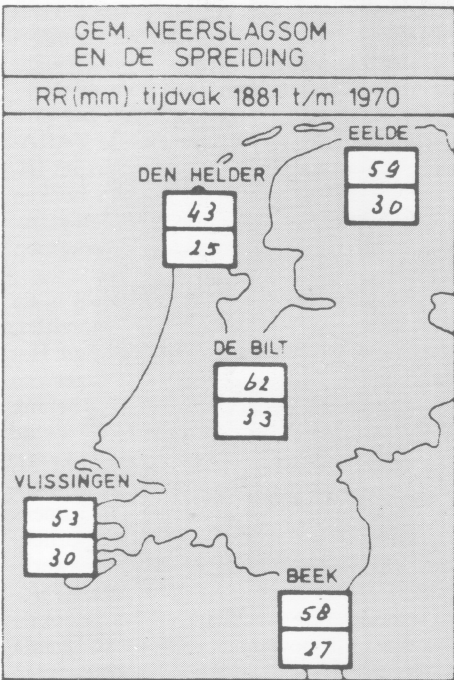
In juni kan het dus nog vriezen, maar de temperatuur kan in deze maand ook heel hoog oplopen, tot ver boven 30 °C. Dagen met zo'n hoge temperatuur worden tropische dagen genoemd. Tropische dagen in juni kwamen in De Bilt sinds 1849 eenenveertig keer voor, dus ongeveer eens in de drie jaar. De meeste tropische dagen had juni 1947 (8); daarna volgen juni 1858 en juni 1976 (elk 6). De hoogste temperatuur in juni werd geregistreerd op 27 juni 1947: 36,8 °C. Voor De Bilt is dit de hoogste temperatuur die daar ooit is gemeten. Op dezelfde dag werd het in Maastricht 38,4 °C, een temperatuurwaarde die slechts 0,2 graden lager lag dan de hoogste temperatuur die in Nederland is geregistreerd (38,6 °C te Warnsveld op 23 augustus 1944).

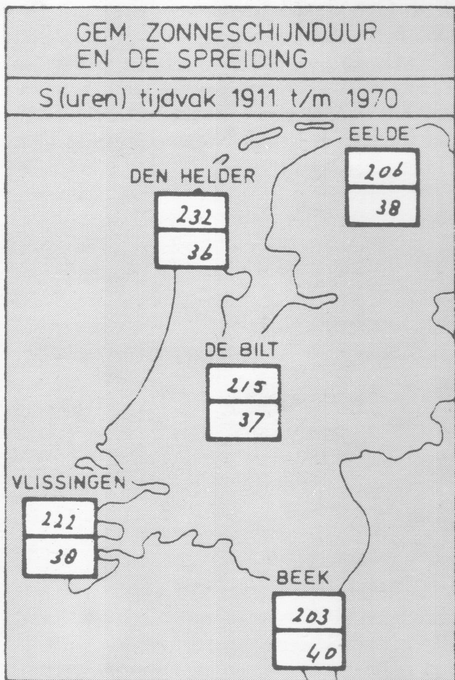
Als er in juli al zo dikwijls tropische temperaturen voorkomen, dan zullen zomerse temperaturen (25 tot 30 °C) helemaal geen uitzondering zijn. Toch komen er junimaanden voor, die helemaal geen zomerse warmte brengen, of slechts één enkele zomerse dag. Bij 21 junimaanden (sinds 1849) was dit zo. Na 1900 waren het er veertien. De laagste maximumtemperatuur kwam voor in de zeer koude juni van 1956. Toen werd het in De Bilt niet warmer dan 21,0 °C. Ook in juni 1923 bleef de temperatuur erg laag. De hoogste temperatuur bedroeg toen 21,5 °C.

Gemiddeld is juni als eerste zomermaand minder droog dan de lentemaanden. De droogste juni (gemiddeld over het gehele land) kwam voor in 1899. Er viel toen gemiddeld 12 mm regen. Juni 1927 was het natst met gemiddeld 132 mm regen.

B. Zwart







De kans dat de in juni op te treden waarde méér van het gemiddelde afwijkt dan de spreiding bedraagt ongeveer 32%.

Klimatologische gegevens juni (De Bilt)

jaar	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	normaal	hoogst	jaar	laagst	jaar	sedert
T	13,9	13,4	16,0	14,8	15,1	18,0	14,6	15,0	14,9	14,8	15,5	18,8	1889	11,6	1923	1735
RR	93	68	26	88	86	53	39	68	80	92	58	147	1927	7	1899	1849
S	171	169	273	228	228	291	119	179	181	167	223	301	1959	101	1907	1899

T = gemiddelde temperatuur in gr. C
RR = hoeveelheid neerslag in millimeters
S = hoeveelheid zonneschijn in uren
normaal = gemiddelde over de periode 1931 tot en met 1960
alle getallen gelden voor het tijdvak 0-24 uur (U.T.)

VERENIGINGSNIEUWS

Jaarverslag 1980

Werkgroep Weeramateurs

Het jaar 1980 is voor de Werkgroep Weeramateurs gunstig verlopen, hetgeen tot grote tevredenheid stemt. Hieronder volgt een samenvatting van hetgeen voor de werkgroep van belang is geweest.
Hoofdschotel van de bij de werkgroep in bewerking zijnde projecten vormde het door Harry Geurts geleide D1-project, een groots en interessant werkstuk, dat op 26 april 1980 in aanwezigheid van vele genodigden feestelijk werd afgerond en waarbij aan de hoofddirecteur van het KNMI, dr. H. C. Bijvoet een eerste exemplaar werd overhandigd.
Ook werden andere projecten aangekondigd. Genoemd kunnen worden:
D6: het waarnemen van onweer voor het KNMI. Projectleider is Huub Mizee te Zeist;
K4: het waarnemen van zeewind. Projectleider hiervan is Frank Nieuwenhuys te Den Haag.
Tevens is een project in *voorbereiding,* namelijk de presentatie van het weerbericht op de tv. Projectleider is Peter-Paul Hattinga Verschure te Rotterdam. Het uitvoeren van dergelijke projecten is voor de werkgroep zeer belangrijk. Immers, door het presenteren van de resultaten daarvan, kan de werkgroep als geheel naar buiten treden.
Het aantal leden van de werkgroep nam ook in 1980 weer flink toe. Het afgelopen jaar werd afgesloten met 462 leden. Eind 1979 bedroeg dit aantal circa 375. Er zit nog steeds een flinke groei in, zodat het 'magische getal' van 500 binnen niet al te lange tijd kan worden verwacht.
In 1980 heeft een herverdeling van de regio's plaatsgehad. Uitgangspunt hierbij was dat elke provincie een eigen regioleider zou krijgen. Alleen Groningen en Drenthe werden tot één regio samengevoegd. Er zijn nu 10 regio's. De meeste regioleiders hebben bijeenkomsten belegd. Ook werd gebruik gemaakt van de mogelijkheid om gezamenlijk een bezoek te brengen aan het KNMI.
De kwaliteit van ons werkgroepblad *Weerspiegel* stond zowel voor wat betreft uitvoering als inhoud op een goed niveau. De eindredactie wisselde. Wigbold Wirenga nam de taak over van Peter-Paul Hattinga Verschure, die bijna 3 jaar de eindredactie heeft gevoerd. Voorts werd het bestuur uitgebreid met een tweede secretaris, Bouke Sjoerds. Enkele rubrieken kregen een andere redacteur. Weerspiegel werd uitgegeven met een gekleurd omslag.
Het afgelopen jaar is er een boekenlijst uitgegeven door de bibliotheek annex documentatiecentrum. Het aantal boeken en tijdschriften nam verder toe. Er werden veel boeken uitgeleend.
De instrumentencommissie nam de taak op zich modellen te (doen) ontwerpen voor het zelfbouwen van een weerhut. Inmiddels zijn 3 bouwtekeningen beschikbaar, waarvoor het afgelopen jaar ruime belangstelling bestond. De bouwtekeningen zijn verkrijgbaar bij het secretariaat. Verder zal de instrumentencommissie zorgdragen voor adressen van firma's waar instrumenten kunnen worden aangeschaft, zo mogelijk collectief, om een zo groot mogelijke korting te verkrijgen.
Van belang voor de werkgroep is ook het feit, dat nu als sinds enkele jaren de landelijke bijeenkomsten in het KNMI-gebouw mogen worden gehouden. De steun en inbreng hierbij van drs. B. Zwart wordt zeer op prijs gesteld. Een woord van dank aan de hoofddirecteur van het KNMI, dr. H. C. Bijvoet, is eveneens op zijn plaats. Hij heeft immers gezegd, dat de deur van het KNMI altijd open staat. Het bestuur hoopt dat wat in 1980 is opgebouwd in 1981 verder uitgebreid zal kunnen worden.
Evenals in vorige jaren werd door de werkgroep medewerking verleend aan het programma 'Gesodemeurders' van de VARA-radio op dinsdagmorgen op Hilversum III. Ook via kranten, tijdschriften en boeken werd door de werkgroep naar buiten getreden of werd de naam van de werkgroep genoemd.
In het hoofdbestuur van de NVWS is de werkgroep sinds 1980 door haar voorzitter, Karel van den Ende, vertegenwoordigd. Het is duidelijk, dat een vertegenwoordiger van de werkgroep in de NVWS van groot belang is. Voorts werd in samenwerking met de NVWS in maart 1980 de landelijke weer- en sterrenkijkdag georganiseerd. Met de stichting 'De Koepel' bestaat een goede samenwerking. Deze stichting geeft ook voorlichting op weeramateurgebied. Door werkgroepleden is in 1980 enkele malen *Zenit.*
In samenwerking met de VVS werd door de NVWS op 8 november 1980 in de Urania Volkssterrenwacht te Hove bij Antwerpen een amateurbijeenkomst georganiseerd met de Belgische amateurs, waar Harry Geurts over het DI-project vertelde.
W. Brinksma (secretaris)

Belgisch-Nederlandse amateurbijeenkomst

In het juninummer (1980) van Zenit vermeldde een korte mededeling de gedachte van het bestuur van de Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrenkunde om de banden met de Belgische amateurs wat nauwer aan te halen. Er bestonden weliswaar contacten tussen de wederzijdse werkgroepen, doch van een samenwerking die onze vroegere voorzitter Dr. J. J. Raimond voor ogen stond was tot dusverre niets gekomen.
In samenspraak met de commissie die de jaarlijkse bijeenkomsten van werkende amateurs organiseert, werd besloten aan die gedachte vorm te geven. Er zou op zaterdag 8 november te Hove (bij Antwerpen) een ééndaagse bijeenkomst worden gehouden van Belgische en Nederlandse amateur-astronomen. Op die dag was het op de Urania-volkssterrenwacht dan ook een drukte van belang. Vijfenveertig Nederlandse amateurs werden op allerhartelijkste wijze ontvangen door vijfennegentig Belgische collega's, allen leden van de Vlaamse Vereniging voor Sterrenkunde.
De Urania-volkssterrenwacht werd in 1969 opgericht, daar 'mede dank zij de ruimtevaart, de interesse voor de astronomie fel was gestegen'. Als doelstelling wordt in de statuten onder meer vermeld: 'de sterrenkunde en de weerkunde te populariseren en/of te vulgariseren, en dit op verschillende niveaus'. Om precies tien uur werd de bijeenkomst geopend door de directeur van de sterrenwacht, de heer W. van Hest. In een enthousiast betoog schilderde hij het ontstaan en de werkwijze van het observatorium, waarbij de oprichter Jos van Limbergen niet werd vergeten. Daarna werd het spreekgestoelte beklommen door Harry Geurts uit Bilthoven. In een gedegen voordracht, getiteld *Kritische beschouwingen van weersvoorspellingen,* wist hij de aanwezigen bijzonder te boeien. Het gesprokene werd toegelicht met een fraaie serie dia's. De Belgische amateur Hans Vanstappen kwam vervolgens aan het woord. Zijn onderwerp was *Meteoren, analyse van visuele waarnemingen.* In een uitvoerige uiteenzetting besprak hij onder meer de taak van amateurs die zich tot dit soort waarnemingen aangetrokken voelen. De grote schare actieve meteoorwaarnemers in de zaal had veel vragen voor de spreker in petto. Allen werden op plezierige en uitvoerige wijze beantwoord.
Daarna volgde een uitgebreide lunchpauze in de ontmoetingsruimte. De lunch was door onze Belgische vrienden op voortreffelijke wijze georganiseerd. In de ontmoetingsruimte was tevens een tentoonstelling ingericht. Schitterende foto's van allerlei astronomische objecten, allen afkomstig van amateurs, sierden de wanden. Maar wat wellicht het allerbelangrijkste was: er was uitgebreid gelegenheid met elkaar kennis te maken en van gedachten te wisselen. Vele vriendschapsbanden zijn die middag gesmeed en alleen al dit facet maakte de bijeenkomst tot een bijzonder waardevolle gebeurtenis.
De middagbijeenkomst werd begonnen met een referaat van Wim Gielingh, één van de auteurs van onze sterrengids. Zijn onderwerp luidde *Analyse van helderheidsschattingen van planetoïden.* In 1975, toen de planetoïde Eros zeer gunstig stond gesitueerd t.o.v. de aarde, organiseerde Wim Gielingh een waarnemingsactie voor de Jongerenwerkgroep van de Nederlandse Vereniging

voor Weer- en Sterrenkunde. De binnengekomen waarnemingen, alsmede die van buitenlandse amateurs, zijn door hem met behulp van een zelf geschreven computerprogramma op de T.H. te Delft geanalyseerd. Vervolgens verklaarde Wim de helderheidsveranderingen van de langwerpige planetoïde Eros en besprak hij met welke effecten rekening moet worden gehouden om de rotatieperiode nauwkeurig te bepalen. Tenslotte wees hij op het feit dat verscheidene planetoïden grote helderheidsveranderingen vertonen. Voorbeelden daarvan zijn de planetoïden Kleopatra en Geographos. Voor ervaren waarnemers zijn dit geen bijzonder moeilijke objecten. Een ongekend boeiend terrein ligt hier braak voor de serieuze amateur!

Daarna was het woord aan R. Peelen uit Huizen. Zijn onderwerp had tot titel *Amateur-radioastronomie.* De heer Peelen begon zijn referaat met de mededeling dat ons land weinig geschikte nachten kent om met een optische telescoop waar te nemen of te fotograferen. Om zich toch met astronomische waarnemingen te kunnen bezig houden, ontwikkelde hij zelf een radiotelescoop, waarmee hij op geen enkele wijze gehinderd werd door welke bewolking dan ook. De bereikte resultaten werden uitvoerig besproken en geanalyseerd. In het oktobernummer 1980 van Zenit schreef Peelen een artikel over resultaten met een amateurradiotelescoop. Hierin kan veel van het besprokene nog eens worden nagelezen. Het was een boeiend betoog, dat een welverdiend applaus oogstte.

De laatste spreker van de dag was de Belgische amateur Patrick Wils met als onderwerp *Britse amateur-astronomie.* Het gesprokene werd toegelicht met een groot aantal dia's van allerlei amateursterrenwachten. Bepaald jammer was dat er niet bij vermeld werd waar al deze sterrenwachten, meestal gesitueerd in allerlei kleine onbekende dorpjes, gevestigd waren. Daarnaast werden dia's van Stonehenge en Jodrell-Bank vertoond. Hierna werd voor de aanwezigen de magnifieke en indrukwekkende Voyagerfilm van de planeet Jupiter en zijn manen gedraaid. De dag werd besloten met het bezichtigen van het fraaie en uitgebreide instrumentarium van de sterrenwacht. Helaas lieten de weersomstandigheden niet toe dat er waarnemingen werden gedaan. Voldaan vertrokken de Nederlandse deelnemers in een dichte mist naar Nederland.

Tenslotte mag geconstateerd worden dat het een geslaagde dag is geweest. Het was jammer dat er niet zo veel sprekers waren, waardoor er wat weinig afwisseling was. Is de afstand voor veel Nederlandse amateurs toch een bezwaar geweest? De volgende bijeenkomst wordt weer in Nederland gehouden. Het zou plezierig zijn als we bij die bijeenkomst in het najaar een groot aantal Belgische vrienden de hand zouden kunnen drukken.

G. A. W. C. van Hemert tot Dingshof.

STERRETJES

Kleine niet commerciële advertenties. Abonnees: gratis; Voor niet-abonnees *f* 5,00 voor de eerste 10 regels of gedeelte daarvan, elke regel meer *f* 0,50.

Te koop aangeboden

* Wegens omstandigheden te koop: eengezinswoning met groot sterrenkundig observatorium met o.a. stenen behuizing, trillingsvrije zuil Ø 40 × 350 cm, draaibare koepel met schuifdeur van aluminium, hobbyruimte, werkplaats en woonhuis volledig geïsoleerd, met luchtverwarming, 4 slaapkamers, etc. Rustige ligging nabij watersport/natuurgebied. Serieuze amateurs die de gevestigde populariseringsreputatie willen voortzetten verdienen de voorkeur. Prijs is redelijk. Sterrenwacht Newton, p/a Overakkerstr. 38, 4834 XN Breda, tel. 076-656162. * A 41

* Z.g.a.n. Viking reflector, parall. D = 4½ inch, F = 900 mm met oculairen H 6 en H 20, barlowlens (2×) en zon- en maanfilter. Stevig houten statief. Prijs *f* 600,–. Refractor 60 mm, azimuthaal op houten statief, prijs *f* 350,–. Tevens losse focuseerinrichting (merk Polarex) voor 60 mm buis, prijs *f* 40,– en oculair HM 9, prijs *f* 20,– en OR 4, prijs *f* 60,–. P. Henskens, Bloemenlaan 141, 4695 HP St. Maartensdijk. Tel. 01666-3357 (op werkdagen van 17-20 uur). * A 42

* Zo goed als nieuw, Polarextelescoop, model NS 131, 75 mm met toebehoren en motor, H. J. van Willigen, tel. 015-561974. * A 43

* Unieke Ø 250 mm Cassegrain telescoop F 30, obstructie slechts 20%, optiek Dekker, multilayer coating. Fiberglas buis, elektrische aandrijving op beide assen. Zeer stabiele parallakt. montering op stalen uitneembaar statief. Prijs slechts *f* 4500,–. E. de Vos, Oudaenstr. 15, Haarlem, tel. 023-371126. * A 44

* Afdeling Den Helder van de NVWS biedt aan: prachtige diaseries over de jongste planeetonderzoeken. Voorradig zijn:

Z 801: Viking-Mars	31 dia's	*f* 28,75
Z 802: Voyager-Jupiter	24 dia's	*f* 30,75
Z 803: Pioneer-Venus	12 dia's	*f* 15,75

De series zijn op zeer kleine schaal (maar erg professioneel) geproduceerd. Alle series zijn voorzien van een uitgebreide en leerzame begeleiding (Ned.). U kunt ze bestellen door overmaking van het bedrag van de door U gewenste serie(s), vermeerderd met *f* 3,75 verzendkosten per serie op postgiro 14700 tnv. ABN Bank, Den Helder, ten gunste van Zenit-NVWS Invest. (rek. 587271906). * A 45

Te koop gevraagd

* Twee jonge amateurs (tweeling van 13 jaar) willen van hun spaargeld een gebruikte telescoop kopen. Wie kan ons helpen? John en Paul Stark, Ruitwagen 129, 3173 AJ Poortugaal, tel. 010-167376. * G 9

NAMEN EN ADRESSEN

Nederland

Stichting 'De Koepel'
Voorzitter: Dr. T. de Groot
Sekretaris: Ir. D. de Hoop
Penningmeester: K. J. van Amerongen
Leden: W. Gielingh, Dr. P. J. Gathier, H. D. Cotterell, Govert Schilling en E. K. Wubbena
Adres sekretariaat: Nachtegaalstraat 82-bis, 3581 AN Utrecht

Bureau 'De Koepel', Nachtegaalstraat 82-bis, 3581 AN Utrecht, telefoon 030-311360
Stafmedewerker:
Drs. M. M. A. Drummen
Stafmedewerker: F. Reijmerink
Administrateur:
H. G. M. Verstappen
Sekretaresse: mevrouw J. D. van Middelkoop-Alberts
Redactieadres ZENIT:
Bureau 'De Koepel'

Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrenkunde
Voorzitter: E. K. Wubbena, Sekretaris: A. H. van der Brugge. Adres: Einsteinstraat 9, 2871 KW Schoonhoven. Penningmeester: S. J. Sampiemon. Leden: T. de Groot, H. R. A. Wessels, H. W. Verheijen, consul voor de afdelingen, W. F. Gielingh, B. W. M. van Sprang, K. C. J. van den Ende

Instrumentenkommissie:
Voorzitter: C. van Essen, Westlandseweg 5, 2624 AA Delft
Sekretaris: A. Walrecht, Runmolen 33,
1833 GH Alkmaar, tel. 072-113559

Stichting Volkssterrenwacht Simon Stevin
Voorzitter: prof. dr. C. de Jager
Sekretaris: Dr. P. J. Gathier, Oosteinde 183, 2271 EE Voorburg
Penningmeester: K. J. van Amerongen
Leden: P. A. M. Sanders, J. A. F. de Rijk, drs. Chr. Titulaer, mr. P. van Vollenhoven

Volkssterrenwacht Simon Stevin, 4741 SK Hoeven N.B., Bovenstraat 89, telefoon 01659-2439
Directeur: Th. M. Vermeesch
Medewerker: J. Jacobs
Medewerker: A. Edelbroek

Nederlandse Vereniging voor Ruimtevaart
Sekretariaat: Nachtegaalstraat 82-bis, 3581 AN Utrecht

Werkgroepen:
Meteoren
Secretaris: P. S. M. Nieskens, van Geerstraat 3, 2351 PL Leiderdorp
Sectie Beginners en visuele sectie: J. v.d. Laan, W. Schuylen-burglaan 23, 3571 SB Utrecht; tel.: 030-719649
Visuele sektie:
W. Boland, Damstraat 27, 3531 BR Utrecht
Veranderlijke Sterren
Sekretaris: G. Comello, Sterrenkundig Laboratorium Kapteyn, Postbus 800, 9700 AV Groningen. Tel. 050-116677
Weer-amateurs
Sekretaris: W. Brinksma, Strausslaan 436, 2551 NK Den Haag
Jongerenwerkgroep
Sekretaris: Charles Versnick, Dr. Lelylaan 5, 1271 LG Huizen
Bureau van de JWG: B. van Sprang, Prunuslaan 13, 2641 AW Pijnacker
Sterbedekkingen
Voorzitter/waarnemingsleider: D. Schmidt, Groen van Prinstererlaan 25, 1272 GB Huizen, tel. 02152-51982; secretaris: J. J. B. van Eijk van Voorthuijsen, Abel Tasmankade 9, 2014 AD Haarlem, tel. 023-241781
Kunstmanen
Sekretaris: G. A. Nehrstede, Rietvoorndaal 43, 2553 NJ 's-Gravenhage, tel. 070-230564
Kometen
Sekretaris: E. P. Bus, Oosterbadstraat 24, 9726 CL Groningen, tel. 050-134211
Instrumentenbouw
Groepsleider: H. G. J. Rutten, Boerenweg 32, 5944 EK Arcen
Fotografie
J. Gijsbers, Duizelseweg 14, 5521 AC Eersel
Algemene sterrenkunde
P. W. Jannink (secr.), François Mauriceweg 117, 3731 BB De Bilt, tel. 030-764270
Zon
R. J. Brotherhood, Leeuweriklaan 25, 2566 JC Den Haag. Tel. 070-553843 of 070-716752 (werkdagen)

Landelijke Samenwerkende Volkssterrenwachten
Voorzitter: J. B. Voet, Zuideinde 195, 1511 GD Oostzaan
Sekretaris: H. D. Cotterell, Peerdsbroek 45, 4824 BL Breda, tel. 076-410735
Penningmeester: B. Mastenbroek
Aangesloten volkssterrenwachten
– Bussloo, Bussloselaan 4, 7383 RP Bussloo, Voorst (Gld.) tel. 05716-577
– Drenthe, Postbus 188, 7800 AD Emmen, tel. 05910-23662
– Hercules, Anjelierstraat 41, Heerlen, tel. 045-721412
– Philippus Lansbergen, Herengracht 52, 4331 PX Middelburg, tel. 01180-11664
– Rijswijk, Petronella Voûtestraat 389, 2286 VB Rijswijk Z.H., tel. 070-931143
– Twentse Volkssterrenwacht, Mekkelhorsterstraat 45, 7591 NA Denekamp, tel. 05413-2223
– Saturnus, Frans Halsstraat 4, 1701 JL Heerhugowaard, tel. 02207-17323
– Vesta, Zuideinde 195, 1511 GD Oostzaan, tel. 02984-1468

Overige instellingen
Volkshogeschool Overcinge, Overcingelaan 5, 7971 RC Havelte, tel. 05214-1541 of 1407
Volkssterrenwacht Copernicus Overtonstraat 47, 2024 XJ Haarlem, tel. 023-253571
Natuurmuseum Coenraad ter Kuile, M. H. Tromplaan 19, 7511 JJ Enschede, tel. 053-323409
Stichting Macro Centrum Amsterdam, Nieuwe Teertuinen 17, Postbus 9020, 1006 AA Amsterdam, tel. 020-866032
Stichting Amateur Astronomie Lochem, S.A.A.L. Volkssterrenwacht 'Phoenix'. Edwin Bennett (secr.) tel. 05730-1013.

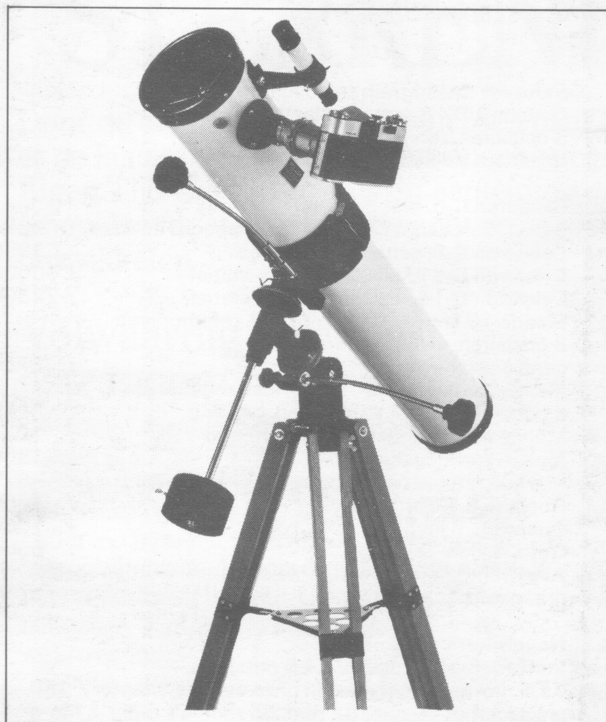
België

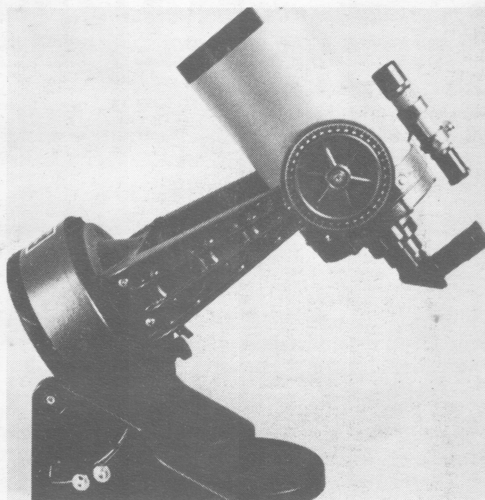
V.V.S. Vereniging voor Sterrenkunde
Bestuur
Voorzitter: Dr. T. Dethier, Roosterstraat 6, 3510 Hasselt
Ondervoorzitter: Lic. J. Meeus
Sekretaris: Dr. W. de Rop, Ringlaan 3, 1180 Brussel
Penningmeester: Dr. J. Denoyelle, Ringlaan 3, 1180 Brussel
Postrekening van de V.V.S.: 000-0484925-22
JVS-nationaal: p/a G. Speleers, Bergstraat 40, 8570 Anzegem (tel.: 056/688745)

Werkgroepen (adressen van de werkleiders)
Astrofotografie: Luc Vanhoeck, Violetstraat 13, 2670 Puurs
Kunstmanen: I. van den Broeck, Waarloossteenweg 35, 2570 Duffel
Meteoren: P. Roggemans, Dellingstraat 25, 2800 Mechelen.
Planeten: A. A. Verschraegen, Lindenpark 26, 9720 De Pinte.
Ruimtevaart: Dr. E. Aerts, BIRA, Ringlaan 3, 1180 Brussel (tel. 02/3752462)
Sterbedekkingen: R. Laureys, Herestraat 5, 3721 Vliermaalroot.
Veranderlijke Sterren: F. van Loo, Lierse steenweg 66, 2598 Itegem (tel. 015/246248)
Weerkunde: L. Landuyt, Beatrijsstr. 9, 2580 Sint-Katelijne-Waver
Zon: C. Vanderzande, Laurierstraat 18, 3500 Hasselt
Prometheus (strijd tegen de pseudowetenschappen):
Lic. J. M. Gantois, Nelelaan 13, 2120 Schoten.
Redactie Heelal en Hemelkalender en inlichtingen over klassieke hemelverschijnselen:
J. Meeus, Heuvestraat 31, 3071 Erps-Kwerps

Volkssterrenwachten België
Mira, Abdijstr. 20, 1850 Grimbergen (Brussel), tel. 022-691280
Peter Plancius, Streekhuis, Dorpstraat 12, 8948 Kemmel, tel.: 057-444710
Urania, Mattheessenstraat 62, Hove bij Antwerpen, tel. 031-553422
Limburg, Nieuwstr. 101, 3600 Genk

Polarex, Pollux, Celestron, Kyowa.





OBJECTIEVEN:

60 mm F 900 in vatting Polarex ƒ 145,—
75 mm F 1200 in vatting Polarex ƒ 350,—
100 mm F 1500 in vatting Polarex ƒ 700,—
60 mm F 1000 zonder vatting ƒ 85,—
80 mm F 1200 zonder vatting ƒ 140,—

OCULAIREN:

Plössl	F 8,3 mm	ƒ 150,—	Ø 24,5 mm
Plössl	F 12,5 mm	ƒ 150,—	Ø 24,5 mm
Plössl	F 16,7 mm	ƒ 150,—	Ø 25,5 mm
Orthoscopisch	4 mm	ƒ 90,—	Ø 24,5 mm
	5 mm	ƒ 90,—	Ø 24,5 mm
	6 mm	ƒ 90,—	Ø 24,5 mm
	7 mm	ƒ 90,—	Ø 24,5 mm
	9 mm	ƒ 90,—	Ø 24,5 mm
	12 mm	ƒ 90,—	Ø 24,5 mm
	25 mm	ƒ 90,—	Ø 24,5 mm

Al deze oculairen zijn ook leverbaar in een doorsnede van 31,75 mm.

FOCUSEERINRICHTINGEN: Voor lenzenkijkers, Kuttertelescopen.
F 1 inwendige doorsnede van de kijkerbuis 56 mm
F 2 inwendige doorsnede van de kijkerbuis 65 mm
F 3 inwendige doorsnede van de kijkerbuis 78 mm
F 4 inwendige doorsnede van de kijkerbuis 92 mm
Het model F4 is ook leverbaar met een blokkeerinrichting. Hierin passen dan ook het K 60 mm oculair en de Super roterende oculairhouder. Model F 4 S. Voorzien van een schaalverdeling. Verder gelijk aan model F 4 s is model F 4 SS.
Voor Newton telescopen.
FNA 4″ voor spiegels tot 11 cm voor 24,5 mm en/of 31,75 mm oculairen.
FNA 6″ voor spiegels tot 5 cm voor 24,5 mm en/of 31,75 mm oculairen.
FNA 8″ voor spiegels tot 40 cm voor 24,5 mm en/of 31,75 mm oculairen.

POLLUX TELESCOPEN.
Weer uit voorraad zijn leverbaar alle Pollux telescopen 60 mm, 76 mm, 80 mm, Newton telescopen e.d. zowel azimuthaal als parallactisch.

CELESTRON. Met officiële Internationale Celestron garantie. Alle Telescopen en onderdelen direct uit voorraad leverbaar tegen de laagste prijs.

LPR filters (light Pollution rejection)

LPR model 1	voor visueel en fotografisch gebruik. Kunnen gemonteerd worden in het visual back of het door de kijker volgsysteem.
LPR model 2	Speciaal voor de Celestron C 11 en C 14
LPR model 3	Schroeffilter voor oculairen met schroefdraad onderin de vatting. Doorsnede oculairen 24½ mm
LPR model 4	Schroeffilter voor 31,75 m oculairen met schroefdraad onderin de vatting.

Uitgebreide documentatie over deze filters met o.a. hun karakteristieken worden U gaarne op Uw verzoek toegezonden.

Tand- en Wormwielen.

Model 1	wormwiel	uit brons	Ø 103 mm gat Ø 10 mm	100 tanden
1 : 100	worm	uit staal	Ø 22 mm gat Ø 10 mm	
Model 2	wormwiel	uit brons	Ø 150 mm gat Ø 30 mm	192 tanden
1 : 192	worm	uit staal	Ø 21,5 mm	
Model 3	wormwiel	uit brons	Ø 220 mm gat Ø 45 mm	288 tanden
1 : 288	worm	uit staal	Ø 28,5 mm.	

POLARIS WETENSCHAPPELIJKE INSTRUMENTEN
Bovenkerkerkade 62, 1185 CS Amstelveen
tel. 020-416026

Showrooms geopend iedere werkdag van 9.00 uur tot 17.00 uur.
Bovendien op zaterdag van 10.00 uur tot 14.00 uur.

Officiële verdeler voor België:

fa Joh. Dirickx optiek
Nederkouter 73, 9000 Gent. tel. 091.257878

Officieel importeur van

CELESTRON	telescopen, telelenzen en onderdelen.
POLAREX	telescopen, panoramakijkers en onderdelen.
POLLUX	telescopen, panoramakijkers onderdelen en prismakijkers.
KYOWA	mikroskopen en onderdelen.

Wij vertegenwoordigen:
Sky Publishing Corporation
Del en Woods e.v.a.